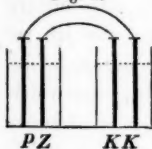


*I. Einige Versuche zur Theorie des Galvanismus;
 von Gustav Theodor Fechner.*

Die nachfolgenden Versuche waren eigentlich bestimmt, anderen Untersuchungen eingereiht zu werden, indess veranlassen mich einige, vom verehrten Hrn. Herausgeber dieser Annalen in Betreff meiner Abhandlung »über Rechtfertigung der Contact-Theorie« an mich gerichtete Bemerkungen, dieselben hier vorläufig besonders mitzutheilen ¹⁾).

1) Der folgende Versuch thut zwei Umstände in Verbindung dar, die ich in meinen Maafsbestimmungen über die galvanische Kette durch viel mühsamere Maafsnahmen einzeln ermittelt habe, nämlich: *a)* dafs der Widerstand des Uebergangs sich nicht ändert an einer Platte, mag sie als Zwischenplatte oder als erregende Platte dienen; *b)* dafs das Gesetz der galvanischen Spannungsreihe, nach welchem beispielsweise der Abstand des Zinks vom Platin eben so grofs ist, als die Summe der Abstände des Zinks vom Kupfer und des Kupfers vom Platin, sich auch für die geschlossene Kette bestätigt.

Fig. 1.

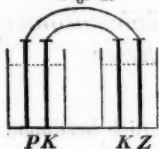


Man ordne in zwei Trögen eine Platinplatte, eine Zinkplatte und zwei Kupferplatten so an, wie es die Figur 1 zeigt. Man hat dann eine Kette aus zwei Elementen; Platin-Kupfer und Kupfer-Zink, deren Ströme nach derselben

1) In genannter Abhandlung (Bd. XLII, S. 481) bitte ich Folgendes zu berichtigen: S. 494 Z. 19 v. oben] statt *durch* l. *vor* — S. 495 Z. 1 v. unten st. *nur* l. *nun* — S. 497 Z. 12 v. u. st. *Betrachtungen* l. *Beobachtungen* — S. 505 Z. 8 v. u. st. *Salpetersäure* l. *Salpetersalzsäure* — S. 506 Z. 5, 6 und 9 v. o. st. *Platinplatte*, *hatte* und *Platte* l. respective: *Platinplatten*, *hatten* und *Platten*.

Richtung gehen. (Irgendwo ist ein Multiplicator zur Messung eingeschaltet.)

Fig. 2.

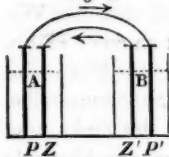


Ein zweites Mal ordne man dieselben Platten unter denselben Umständen so an, wie Fig. 2 zeigt. Man hat jetzt ein einziges Element: Platin-Zink, nebst einen Zwischenbogen, der durch die homogenen Kupferplatten *KK* gebildet wird.

Die Kraft des Stroms ist in beiden Fällen auf das Vollkommenste gleich.

Ich habe diesen Versuch theils in destillirtem, theils in stark saurem Wasser, bei verschiedenen Abständen, als auch mit andern, als den angegebenen Metallen angestellt. Als Multiplicator wurde mit Fleiß ein solcher von möglichst geringem Leitungswiderstande angewandt.

Fig. 4.

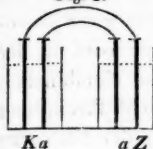


Im Zusammenhange mit dem vorigen steht, daß, wenn man in einer, nach dem Schema der Figur 4 aus vier verschiedenen Metallen, *P*, *Z*, *Z'*, *P'* zusammengesetzten Kette die Stellen von *Z* und *P'* vertauscht, die Kraft der Kette un geändert bleibt. Die angewandten Metalle waren: *P* Platin, *Z* Zink, *Z'* Kupfer, *P'* Eisen, die Flüssigkeit war schwefelsaures Wasser.

2) Den folgenden Versuch entlehne ich hier, der Verwandtschaft des Gegenstandes wegen, aus meinen Maafsbestimmungen, S. 132. Er beweist (was ich ausserdem durch viele andere Versuche bewiesen habe), daß zu *Anfange der Schliessung* der Uebergangswiderstand gleich ist für kupferne und zinkne Zwischenbogen (er nimmt aber rascher zu für erstere). Hier indess wird dieser Versuch von mir nur als ein Einwand mehr gegen die chemische Theorie des Galvanismus angeführt.

Wenn man zwei Tröge hat, in die man ein wirksames Plattenpaar *K*, *Z*, nebst einem Zwischenbogen

Fig. 3.



aus zwei homogenen Platten a, a , entweder von Zink oder von Kupfer, eingesetzt, und man füllt den einen Trog mit bloßem Brunnenwasser, den andern mit schwefelsaurem Brunnenwasser, so ist die anfängliche Wirkung (unmittelbar nach der Schließung gemessen) gleich für folgende vier

- | | |
|------|---|
| I. | Zwischenbogen von Zink; saures Wasser bei Z |
| II. | - - - - - K |
| III. | - - - Kupfer - - - Z |
| IV. | - - - - - K |

Aber die Wirkungsabnahme ist schneller, wenn sich das saure Wasser bei Z , als wenn es sich bei K befindet, so daß in späteren Perioden nach der Schließung allerdings ein Unterschied der Anordnung bemerklich wird. Ueber die näheren Umstände des Versuchs s. meine Maafsbestimmungen. Der Versuch über jede Combination ist mit aller Sorgfalt und gleichbleibendem Resultat zwei Mal angestellt worden. Die Schwierigkeit, die Gleichheit der Wirkung in diesen vier Fällen nach der chemischen Theorie zu erklären, bietet sich von selbst dar.

3) Nachstehende Versuche sind Seitenstücke zu demjenigen Versuche, welchen ich in diesen Ann. Bd. XLII S. 508 unter No. 4 angeführt habe, und dürften nicht minder schwierig von der chemischen Theorie zu erklären seyn. Sie jetzt anzustellen, wurde ich durch eine Bemerkung des verehrten Hrn. Herausgebers dieser Annalen veranlaßt; ich werde aber bei künftigen Untersuchungen auf Ketten dieser Art zurückkommen müssen.

a) In den beiden Trögen der Figur 4 wurden zwei Platinplatten P, P' und zwei Zinkplatten Z, Z' auf die in der Figur angedeutete Weise verbunden, und beide Tröge mit destillirtem Wasser gefüllt. Eine solche Combination kann weder nach der Contact-Theorie noch nach der chemischen Theorie Wirkung geben, wenn so-

wohl die Platten P , P' als Z , Z' homogen sind. Da aber namentlich die Zinkplatten schwer von ganz homogener Beschaffenheit zu erlangen sind, so wird in der Regel ein kleiner Ausschlag des, in diese Combination eingeschalteten, Multiplicators sich zeigen. Während nun dieser schwache Ausschlag eine Richtung der Strömung zu erkennen gab, wie sie durch die Pfeile bei den Verbindungsbögen angedeutet ist, was (nach der chemischen Theorie) ein Ueberwiegen der Wirkung im Trog A voraussetzt, wurde ein Theil des Wassers im Troge B durch Kochsalzlösung ersetzt. Nach der chemischen Theorie war zu erwarten, daß der anfangs schwache Ausschlag sich jetzt lebhaft umkehrte, nach der Contact-Theorie dagegen, daß er (bloß vermöge des verminderten Leitungswiderstandes im Troge B) sich nach derselben Richtung vergrößerte, die er schon vorher hatte. Der Erfolg fiel auf letzte Weise aus. Also während der combinirten Schließung zeigte der Trog A mit Wasser das Uebergewicht über den Trog B mit Kochsalzlösung. Als dagegen jeder Trog für sich mittelst desselben Multiplicators zur Kette geschlossen ward, verhielt sich die Kraft von A zur Kraft von B wie 1 : 29,4.

Nach der Contact-Theorie findet nicht die geringste Schwierigkeit statt, den Umstand zu erklären, warum eine Kette A , die, für sich geschlossen, schwächer als B wirkt, doch, bei Schließung in entgegengesetzter Richtung mit ihr ¹⁾, dieselbe überwiegt. Denn die Kraft der Ketten wird theils durch den elektromotorischen Abstand der sie zusammensetzenden Metalle, theils durch den Leitungswiderstand der ganzen Kette bestimmt. Werden nun zwei Ketten, jede besonders geschlossen, so kann B das

1) Mit Rücksicht auf Versuch 1 kommt in der That die in Fig. 4 bezeichnete Anordnung auch nach der Contact-Theorie auf dasselbe heraus, als wenn man beide einfache Ketten PZ $P'Z'$ einander entgegengesetzte. Die Wirkung der Kette ändert sich nämlich nicht wenn Z und P' ihre Stellen vertauschen.

Uebergewicht über *A* erhalten, auch wenn *B* hinsichtlich ersteren Punkts in Nachtheil gegen *A* steht, wofern nur *B* in zweiter Hinsicht in um so überwiegenderem Vortheile steht; werden aber beide zu derselben Kette in entgegengesetzter Richtung combinirt, so muß der Ausschlag bloß von ersterem Umstande abhängen, weil dann der zweite Umstand (da der Strom der einen Kette die andere mit durchlaufen muß) beiden gemeinschaftlich wird.

b) Das Ergebniss folgenden Versuches stimmt ganz mit dem vorigen überein, nur ist das Resultat noch auffallender. Die Anordnung war anfangs ganz wie im Versuche *a*, nur waren die Platinplatten durch Kupferplatten ersetzt. In beiden Trögen fand sich ebenfalls destillirtes Wasser. Es entstand wieder ein kleiner Ausschlag zu Gunsten des Trogs *A*. Jetzt wurde ein Theil des destillirten Wassers im Troge *B* durch rauchende Salpetersäure ersetzt, so daß an *Z'* die lebhafteste Gasentwicklung eintrat. Auch in diesem Falle nahm der Ausschlag nach der anfänglichen Richtung, welche durch die Pfeile bezeichnet ist, zu. Als dann jeder Trog für sich geschlossen wurde, verhielt sich die Kraft des Trogs *A* zur Kraft des Trogs *B* wie 1 : 813.

Ich habe noch einige abgeänderte Versuche dieser Art von ganz analogem Erfolge angestellt, die ich nicht anführe, da sie nicht mehr und nicht weniger beweisen, als die beiden vorigen.

Man muß freilich, wenn man Versuche dieser Art auch mit anderen Metallen und anderen Flüssigkeiten als hier angegeben anstellt, *nicht immer* erwarten, daß der Ausschlag nach der ersten Richtung zunehmen werde; er kann sich, bei Verstärkung der Flüssigkeit im Troge *B*, auch zuweilen wirklich umkehren, wie es die chemische Theorie erwartet, aber diese Umkehrung ist verhältnißmäßig nur schwach, wie sehr man auch die Flüssigkeit verstärken mag, und die Wirkung der combinir-

ten Ketten *A* und *B* ist außer Verhältniß geringer, als der Ueberschufs der Kette *B* (mit sehr verstärkter Flüssigkeit) über *A* in getrenntem Zustande; so dafs die Schwierigkeit für die chemische Theorie im Grunde selbst hier noch fortbesteht.

Diese Fälle erklären sich aus Veränderungen, welche die Metalle im Troge *B* durch die hinzugefügte Flüssigkeit erfahren, wodurch nach Umständen der Abstand der Platten *Z'*, *P'* gröfser oder kleiner als der Abstand der Platten *Z*, *P* werden kann.

Eigentlich lassen sich daher solche Versuche, wo verschiedene Flüssigkeiten mit den Metallen in Berührung kommen, gar nicht ohne Rücksicht auf diese Veränderungen genau betrachten. *Sowohl aus Faraday's, als Daniell's, als Becquerel's u. s. w. Versuchen mit Ketten ohne Contact heterogener Metalle lassen sich daher bis jetzt auch nicht die geringsten reinen Folgerungen ziehen, so lange nicht dieser verändernde Einfluß der Flüssigkeiten auf die Metalle in Abzug gebracht ist, wo aber dann vielleicht das ganze Resultat verschwinden wird.* Meine Versuche über diesen Gegenstand sind unterbrochen worden; ich hoffe sie aber bald wieder aufnehmen zu können, und denke wohl, es wird sich ein bestimmtes Resultat in diesem Bezuge finden lassen. Unter vielen merkwürdigen Thatsachen, die aus diesen Veränderungen der elektromotorischen Beschaffenheit der Metalle durch die Flüssigkeit hervorgehen, und die ich künftig in Zusammenhang zu betrachten gedenke, will ich hier nur beispielsweise (unter No. 4) folgende erwähnen, zugleich eine neue Aufgabe der Erklärung für die chemische Theorie:

4) Der nachstehende Versuch beweist, dafs unter Umständen, bei Verstärkung der chemischen Wirkung mittelst Verstärkung der Leitungsflüssigkeit, die Wirkung der Kette abnimmt, statt zuzunehmen.

Eine Zink-Kupferplatte wurde mittelst eines Multi-

plicators von außerordentlich großem Leitungswiderstande ¹⁾ (so daß der Widerstand der Flüssigkeit in der Kette nicht merklich dagegen in Betracht kam) einmal in ganz schwach salpetersaurem Wasser, das andere Mal (nach zuvoriger Reinigung der Platten) in so stark mit rauchender Salpetersäure versetztem Wasser, daß sowohl am Kupfer als Zink sehr lebhafte Gasentwicklung eintrat, geschlossen. Die Kraft in der ganz schwachen Säure verhält sich zur Kraft in der starken Säure wie 1,00 zu 0,72; war also in letzterer merklich um $\frac{1}{4}$ kleiner. Wie soll man dies nach der chemischen Theorie erklären? Nach der Contact-Theorie ist die Erklärung diese: durch die Zufügung der vielen Salpetersäure wird freilich der Leitungswiderstand der Flüssigkeit vermindert; dies gewährt aber bei Schluß mit einem so langen Multiplicator, gegen welchen der Widerstand der Flüssigkeit ohnehin verschwindet, keinen Nutzen; außerdem bewirkt die Salpetersäure eine Veränderung der Art an den Metallen, daß ihre elektromotorische Wirkung dadurch verringert wird; und hiedurch wird der verminderte Effect in dem stark sauren Wasser bedingt. Thatsachen, welche zeigen, daß diese Erklärung die richtige sey, wird man in späteren Untersuchungen von mir nicht vermissen. Natürlich übrigens muß der Erfolg gerade entgegengesetzt ausfallen, wenn man statt eines Multiplicators von großem Widerstande einen solchen von kleinem Widerstande anwendet. In der That, als der Versuch mit einem, nur eine kurze Drahtlänge enthaltenden Multiplicator ganz unter denselben Umständen wiederholt wurde, zeigte sich die Kraft in der starken Säure nahe acht Mal so groß als in der schwachen; wir haben hier also das bemerkenswerthe Resultat, daß die-

1) Dieser Multiplicator, auf dessen, für gewisse Versuche ausgezeichnete, Wirkungen ich bei anderen Versuchen zurückkommen werde, besteht aus einer Länge von mehr als 16000 Fufs ganz dünnem Kupferdraht.

selbe Verstärkung der Leitungsflüssigkeit, welche bei einem kurzen Multiplikator die Kraft vermehrt, dagegen bei einem langen solche vermindert.

Solche Fälle lassen sich übrigens nach anderweiten Versuchen über die Veränderungen der Metalle durch die Flüssigkeiten beliebig voraussagen, und ich werde später Gelegenheit nehmen, mehrere dergleichen mitzutheilen.

II. *Untersuchungen über Elektrizität, mit besonderer Rücksicht auf die Theorie der galvanischen Kette; von P. S. Munck af Rosenschöld in Lund.*

(Schluss von S. 227.)

B. Ueber die bei geschlossenen galvanischen Ketten eintretenden Ladungserscheinungen.

Bisher sind nur Beispiele der Ladung angeführt, wo keine Erregungsstelle im Umfange der zu ladenden Körper statt findet, wie solches der Fall ist, wenn nur homogene Leiter angewandt werden. Setzt man eine Combination heterogener, besonders starrer und flüssiger Stoffe der Einwirkung eines elektrischen Stromes aus, sind zwar die Erscheinungen, obgleich weit mehr in die Augen fallend, der Hauptsache nach dieselben; der innere Vorgang der Ladung aber ist ein ganz anderer, dessen richtige Erklärung für die Theorie der galvanischen Kette von größter Wichtigkeit ist. Ritter's Ladungssäule besteht, wie bekannt ist, aus Scheiben von nur einem Metalle, z. B. Kupfer und feuchter Pappe, die wechselseitig über einander gelegt werden. Weil hier die Spannungen zwischen dem Metalle und der Flüssigkeit, der

Flüssigkeit und dem Metalle, die von gleicher Gröfse, aber dem Zeichen nach einander entgegengesetzt sind, sich immer aufheben, so ist die Wirkung dieser Säule an und für sich Null; nachdem aber ein kräftiger Strom durch dieselbe geleitet ist, so wird sie wirksam, und zwar auf die Weise, dafs der positive Pol jenem Ende zugehört, durch welches der Strom hineingegangen war, und hieraus folgt, dafs der Strom der geladenen Säule demjenigen der ladenden entgegengesetzt seyn mufs. Es ist nicht zu verkennen, dafs der hier eingetretenen Ladung das oben angeführte Gesetz zum Grunde liegt; es kommt nur darauf an, auf welche Weise eine Totalspannung hervorgerufen wird, die ungleich gröfser, als die Totalspannung eines homogenen Leiters von demselben Leitungswiderstande und derselben Länge wie die Ritter'sche Säule, wenn durch beide ein gleich starker Strom geht. Mit eben diesen Erscheinungen der Ladungen steht das sogenannte *Wogen der Kraft* einer galvanischen Kette in unverkennbarem Zusammenhange. Werden die Pole einer elektrischen Säule durch einen guten Leiter verbunden, so tritt nur in den ersten Augenblicken ein Strom ein, der der Summe der Spannungen und dem Gesamtwiderstande der verschiedenen Theile der Säule entspricht; bald bemerkt man eine im Fortgange der Schließung mehr oder minder regelmäfsige, von besonderen Umständen modificirte Abnahme der Stromkraft, die oft so weit geht, dafs fast alle Wirkung ausbleibt. Durch Oeffnen der Kette stellt sich die vorige Wirksamkeit nach und nach wieder ein. Es giebt sich also hier eine abwechselnde Ab- und Zunahme der Wirkung zu erkennen, und eben diese Wandelbarkeit, den Stein des Anstofses der Volta'schen und den Grund fast allen Zwiespalts und aller Verwirrung der theoretischen Ansichten, nennt man *das Wogen der Kraft der galvanischen Kette*. Ich fange meine Untersuchung an, mit dem

Wogen der Kraft der einfachen galvanischen Kette, welches den Erklärungsgrund fast aller übrigen Erscheinungen der Ladung in sich faßt.

Das die bisherigen Bemühungen, die Ursache des Wogens der Kraft der galvanischen Kette zu entdecken, nicht den erwünschten Erfolg gehabt haben, hat, meiner Meinung nach, zum Theil darin seinen Grund, daß man nicht den ganz richtigen Weg befolgt hat. Bei der Untersuchung der Umstände, von welchen die Wirkungsabnahme der Ketten abhängt, hat man sich in neuerer Zeit fast ausschließlich des elektromagnetischen Multipliers bedient, welcher doch aus mehr als einer Ursache *allein* nicht zum Ziele führen kann. Dieses Instrument als Anzeiger des Stromes der geschlossenen Kette giebt Ausschläge, die der Summe der Spannungen proportional sind, ohne die Beschaffenheit irgend einer einzelnen Spannung anzuzeigen. Man betrachte z. B. eine einfache galvanische Kette von Zink, Kupfer und einer Flüssigkeit. Hier sind drei Spannungen, von welchen die Gröfse des Stromes nach Schließung der Kette abhängt, nämlich die Spannung zwischen dem Zink und dem Kupfer, dem Kupfer und der Flüssigkeit, der Flüssigkeit und dem Zink. Nimmt man hier an, daß eine Veränderung des Stromes, die durch eine Veränderung der elektromotorischen Kraft bedingt ist, während der Schließung eintritt, sind hier mehrere Fälle möglich. Es kann nämlich entweder nur eine von den genannten Spannungen sich verändern, oder zwei, oder sogar alle drei, ferner kann die eine Spannung zunehmen, während der Abnahme der andern; von allen diesen einzelnen Veränderungen aber giebt der Multiplier keine an, sondern er zeigt nur die Totalveränderung. Es giebt noch eine andere Ursache weswegen der Gebrauch des Multipliers irre führen kann. Der Strom einer galvanischen Kette wird nämlich durch $\frac{A}{L}$, d. h. durch die

durch den Leitungswiderstand dividirte elektromotorische Kraft ausgedrückt. Eine Verminderung des Stromes kann also von zwei sehr verschiedenen Ursachen abhängen, nämlich von einer Verminderung der elektromotorischen Kraft oder von einer Vermehrung des Leitungswiderstandes; wenn man aber nicht zu ganz besonderen Hilfsmitteln seine Zuflucht nimmt, so wird der elektromagnetische Multiplicator nicht anzeigen in wie weit beide oder nur die eine Ursache die Veränderung des Stromes herbeigeführt hat. Es giebt ein anderes Instrument, das zwar weniger leicht zu brauchen, aber mit der eben erwähnten Unvollkommenheit nicht behaftet ist, und dieses ist der elektrische Condensator. Der Condensator ist nicht nur darum empfehlungswerth, weil er die elektromotorische Kraft einer Kette von ihrem verschiedenen Leitungswiderstande ganz unabhängig angiebt; sein Gebrauch wird um so wichtiger, weil man dadurch fähig wird Fläche für Fläche die einzelnen Spannungen, sowohl ihrer Art als Gröfse nach, untersuchen zu können, und auf diese Weise zu einer wahren Analyse der galvanischen Kette zu gelangen. Es ist jedoch keinesweges meine Meinung, dafs der Gebrauch des Multiplicators bei Untersuchungen dieser Art bei Seite gesetzt werden solle. Wie viel der mit Umsicht gebrauchte Multiplicator leisten könne, davon liefern die sehr verdienstvollen Maafsbestimmungen über die galvanische Kette von Fechner ein Beispiel. Die Anwendung des Multiplicators ist unstreitig das leichteste und bequemste Mittel die Veränderung des Stromes zu entdecken und zu messen, und man wird daher am sichersten zu einer genauen Kenntniß der galvanischen Kette gelangen, wenn man gleichzeitig sich beider Instrumente, des Condensators und des Multiplicators, bedient.

Wegen der Wichtigkeit, die Spannungen, welche in der Berührungsstelle zweier Glieder der Kette stattfinden, genau kennen zu lehren, habe ich allen Fleifs

darauf verwendet, einen guten Condensator einzurichten. In diesen Annalen, Bd. XXXV S. 47, habe ich eine eigene Vorrichtung angegeben, die Condensatorplatten vermittelst sehr kleiner Gummilackstücke durch eine dünne Luftlage zu trennen. Dieser Vorschlag ist von Herrn Prof. Pfaff in Kiel kritisirt worden ¹⁾ und zwar nicht mit Unrecht; denn ein Condensator nach meiner Anweisung kommt, wie ich nachher gefunden habe, den nach Pfaff's Methode eingerichteten nicht gleich. Sein Fehler besteht jedoch nicht darin, daß er falsche Resultate giebt; nur wegen größserer Empfindlichkeit ist es vortheilhafter die Platten durch Firnißs zu trennen ²⁾. Bei der Untersuchung über Jäger's trockne Säulen habe ich Gelegenheit gehabt, die Umstände zu untersuchen, worauf es beim Anbringen des Firnisses ankommt, um den größten Effect zu erhalten. Der Firnißs, wozu ich eine Auflösung von Schellack und Alkohol brauche, muß sehr diluirt seyn; man giebt den Platten so viele Anstriche, bis man gefunden hat, daß keine Durchleitung der Elektricität stattfindet. Ist die Firnißsschicht zu dick, so verliert der Condensator an Empfindlichkeit, und giebt ohnedieß leichter zu elektrophorischen Wirkungen Anlaß. Nachdem der Firnißs aufgetragen und trocken geworden ist, müssen die Platten ein wenig, aber ja nicht zu viel, gegen einander gerieben werden, durch welches Verfahren die Vergrößerungszahl beträchtlich vermehrt wird. Ein auf diese Weise eingerichteter Condensator erhält sich, besonders wenn die Empfindlichkeit auf das Höchste getrieben ist, nicht lange Zeit gleich gut. In dem Maasse, als der Firnißs härter und compacter wird, verstattet er der Elektricität leichteren Durchgang, und

1) Revision der Lehre vom Galvanismus, S. 15.

2) Ich halte, wenn es auf große Condensation nicht ankommt, einen Condensator, dessen Platten nur durch eine Luftlage von constanter Dicke getrennt sind, am besten geeignet, genaue Resultate zu liefern.

der Condensator wird weniger brauchbar. Es ist dann nothwendig den Firniß wegzuschaffen und neuen aufzutragen. Hierin liegt auch der Grund, daß bei den folgenden Versuchen die Vergrößerungszahl meines Condensators nicht immer dieselbe ist.

1) Ladungserscheinungen bei trocknen Ketten.

Es ist leicht einzusehen, daß die Veränderlichkeit des Stromes einer nassen galvanischen Kette zum Theil chemischen Ursprungs sey. Es werden nämlich die Metallplatten von der Flüssigkeit angegriffen, die Flüssigkeit selbst wird zersetzt und neue Producte werden gebildet, welches leicht eine Veränderung, sowohl der elektromotorischen Kraft als des Leitungswiderstandes herbeiführen kann; aber dieß sind, wie besonders Fechner gezeigt hat, nur aufserwesentliche Umstände, die die Untersuchung über die eigentliche Ursache des Wogens der Kraft erschweren. Es ist daher von Wichtigkeit eine galvanische Kette zu erfinden, welche, nachdem die Möglichkeit der chemischen Wirkung entfernt worden, doch einen hinlänglich starken Strom hervorbringt, damit das Wogen der Kraft durch die Angaben der Magnetnadel beobachtet werden könne. Es ist mir gelungen eine solche Kette wirklich zu Stande zu bringen. Dabei reducirt sich alles darauf, den Leitungswiderstand bei den sogenannten trocknen Ketten auf sein Minimum zu bringen, wobei es hauptsächlich auf eine schickliche Wahl des Zwischenkörpers ankommt. Anfangs brauchte ich hierzu schwefelsaures Zinkoxyd; nachher habe ich aber gefunden, daß das Chlorzink weit bessere Dienste leistet. Dieses deliquescirende Salz hat die besondere Eigenschaft, daß es in einem Zustande, wo es ganz trocken zu seyn scheint, sehr stark leitet; man kann es sogar bei einer Temperatur von 200° austrocknen, ohne daß sein Leitungsvermögen gänzlich verschwindet. Dieser Umstand beruht jedoch nur auf einem Hinterhalte von flüssigem

Wasser, das so zu sagen in dem Salze latent ist; denn alle im Wasser auflöslliche Salze sind, nach meiner Erfahrung, selbst wenn sie Krystallwasser enthalten, an und für sich Nichtleiter der Elektricität. Mein Verfahren war folgendes: Von ungeleimtem, etwas dünnem und sehr ebenem Papiere wurde eine Scheibe zugeschnitten, deren Durchmesser etwas kleiner war, als der Durchmesser der hier gebrauchten, gut an einander geschliffenen Zink- und Kupferplatten, der ungefähr 5 Zoll betrug. Die Papierscheibe wurde in mäßig starker Chlorzinklösung getränkt, und, nachdem das Wasser beträchtlich verdunstet war, über die eine Platte gelegt, worauf diese mittelst einer Spirituslampe erhitzt wurde. Nachdem die Papierscheibe, dem Anscheine nach, ganz trocken und steif geworden war, wurde die andere Platte auf diese gelegt, und beide Metallplatten mittelst hölzerner Schrauben gegen einander gedrückt. Die Dünne des Zwischenkörpers und die genaue Berührung der Flächen, die durch den Druck noch vollkommener wurde, kam dem an und für sich bedeutenden Leitungsvermögen des Zinksalzes in solchem Grade zu Hülfe, dafs nach dem Schliesen der Kette ein Strom erzeugt wurde, der stark auf die Nadel des Multiplicators wirkte. Das Papier kann nur durch die Kante langsam ein wenig Feuchtigkeit anziehen, welches jedoch ganz verhindert wird, wenn der Rand der Platten mit geschmolzenem Harze umgeben wird.

Das allgemeine Verhalten einer nach voriger Anweisung eingerichteten galvanischen Kette ist folgendes: Wenn das Papier nicht mehr als nöthig ausgetrocknet ist, wird im Anfange der Schließung der Kette ein Strom erzeugt, der ungefähr 60° des von mir gebrauchten elektromagnetischen Multiplicators mit Doppelnadel von 160 Windungen Kupferdraht entspricht. Die Wirkung nimmt gerade wie bei einer nassen Kette im Fortgange der Schließung ab, und durch Oeffnen wieder zu; die Wir-

kungsabnahme aber, obgleich sehr verschieden, befolgt im Allgemeinen einen viel rascheren Gang, als bei gewöhnlichen Ketten. Nur bei der ersten Schließung wird es der Nadel möglich einen festen Stand zu nehmen; bei den folgenden nimmt die Wirkung so schnell ab, daß sie nicht zur Ruhe kommen kann. Im Allgemeinen, je längere Zeit die Kette geschlossen gewesen ist, desto schneller ist die Wirkungsabnahme bei neuer Schließung, bis zuletzt die Dauer des Stromes nur augenblicklich ist. In diesem Falle springt die Nadel zwar anfangs heftig zu, aber die nachfolgenden Schwingungen geben zu erkennen, daß die Wirkung fast auf Null gesunken ist. Wenn die Wirkungsabnahme so langsam ist, daß man sie beobachten kann, erfolgt sie regelmäsig, nur mit abnehmender Geschwindigkeit, ohne Sprünge. Wird die Kette durch einen unvollkommenen Leiter, z. B. Wasser, geschlossen, so nimmt der Strom weniger schnell an Stärke ab, als wenn ein vollkommener Leiter zur Schließung angewandt wird. Die Wirkungswiederherstellung nach Oeffnen der Kette steht fast im umgekehrten Verhältnisse zu der Wirkungsabnahme. Bisweilen werden ganze Stunden erfordert die Kette in Stand zu setzen einen Strom wieder zu erzeugen, der durch eine augenblickliche Schließung vernichtet wird. Setzt man die Kette mit einer gewöhnlichen nassen Kette von drei bis vier Paaren auf die Weise in Verbindung, daß die Summen der Spannungen beider Ketten derselben Art dem Zeichen nach sind, so kommt sie nach der Schließung sehr bald in einen Zustand, wo sie, wenn sie allein geschlossen wird, entweder gar keinen oder einen entgegengesetzten Strom erzeugt. Sind aber beide Ketten so verbunden, daß die Summen der Spannungen entgegengesetzte Zeichen haben, so findet das umgekehrte Verhältniß statt, und der Strom der Kette wird vermehrt. Es erhellt also, daß diese trockne Kette, hinsichtlich der Ladung und des Wogens der Kraft, sich

im Ganzen wie eine gewöhnliche nasse verhält. Ich gehe jetzt zu einzelnen Versuchen über.

Versuch 1. Nachdem die trockne Kette eine Zeit lang durch einen metallischen Leiter geschlossen war, wurde sie geöffnet, und während der langsamen Wiederherstellung der Wirkung wurde ihr elektroskopisches Verhalten mittelst Volta's Strohhalmelektrometers ¹⁾, der mit einem Condensator von kupfernen Platten versehen war, in verschiedenen Zeitintervallen untersucht. Der Condensator wurde, um die Messungen recht deutlich zu machen, in dem Grade empfindlich gemacht, daß die Spannung zwischen Zink und Kupfer 25° des Elektrometers betrug, welchem eine Vergrößerungszahl von wenigstens 1500 entspricht ²⁾. Die Messungen waren von

1) Ich nehme hier mit Volta an, daß die elektroskopische Kraft dem Bogen, welcher der Entfernung der Pendel entspricht, proportional sey. Die Erfahrung bestätigt, innerhalb gewisser Gränzen, diesen Satz, obgleich er mit dem bekannten Gesetze Coulomb's nicht übereinzustimmen scheint. Es ist schlimm, daß es kein recht sicheres und leicht anwendbares Mittel giebt, die elektroskopische Kraft zu messen. Ohm hat hierzu eine sehr sinnreiche, auf die Theorie des Condensators gegründete Methode angegeben (Schweigg. neues Jahrbuch der Chemie und Physik, Bd. III S. 403); es ist jedoch nicht möglich sich desselben zu bedienen, wenn nicht die zu messende Spannung eine gewisse Zeit hindurch unveränderlich ist.

2) Die Uebertragungen der Elektrizität von dem einen Condensator auf einen zweiten, die Pfaff, um kleine Spannungen wahrnehmbar zu machen, anwendet (Revision der Lehre vom Galvanismus, S. 47), habe ich bei diesem Condensator nicht nöthig gefunden. Wenn die Empfindlichkeit so weit getrieben ist, daß einer Zink-Kupferspannung 20° des Strohhalmelektrometers entspricht, kann ich ohne Beihülfe eines zweiten Apparats auch die schwächsten Spannungen, z. B. die, welche bei der Berührung des Kupfers mit verschiedenen Salzlösungen stattfinden, noch gut wahrnehmen. Man gewinnt auf diese Weise an Zeit, und läuft weniger Gefahr durch elektrophorische Wirkungen getäuscht zu werden. Von dem Vorzug des hier gebrauchten Condensators vor dem, Bd. XXXV S. 47 dieser Annalen, vorgeschlagenen kann man sich dadurch einen Begriff machen, daß

von zweierlei Art. Erstens wurde die Zinkplatte mit der unteren Platte des Condensators in unmittelbare Berührung gebracht, während die Kupferplatte mittelst einer unten angebrachten, mit destillirtem Wasser befeuchteten Pappscheibe auf der Hand ruhte ¹). Zweitens wurde die Kupferplatte mit der unteren Condensatorplatte verbunden, indem die Zinkplatte auf gleiche Weise auf der Hand ruhte. Zwischen je zwei solchen Messungen, die unmittelbar nach einander vorgenommen wurden, wurde eine Weile gewartet, um der elektromotorischen Kraft Zeit zu geben, sich etwas zu erholen. Die Divergenzen, die immer negativ ausfielen, waren folgende, wo die Columnne *a* die nach der ersten und *b* die nach der zweiten Art vorgenommenen Messungen angiebt:

<i>a.</i>	<i>b.</i>
3°	20°
8	16 $\frac{1}{2}$
15 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$
18 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$
21 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$
22 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$

Hier ist, wie man sieht, die eine Reihe zu- und die

jener die Spannung zwischen Kupfer und Gold eben so stark angiebt, wie dieser die Spannung zwischen Zink und Kupfer, nämlich gleich 4° des Strohhalmesektrometers. Nach mehreren Versuchen fand ich im Mittel die Spannung zwischen Kupfer und Silber 2½°, zwischen Kupfer und Gold 4° und zwischen Kupfer und Platina 4½°. Wird die kupferne Collectorplatte mit einem Stücke braunem Bleihyperoxyde berührt, so schlagen die Strohhälmechen nach Trennung der Platten mit positiver Elektricität gegen die Glaswände an.

- 1) Die hölzernen Schrauben, womit die Platten an einander geschraubt sind, machen der Genauigkeit der elektrometrischen Messungen keinen Eintrag, denn ihr Leitungswiderstand ist so groß, daß der Leitungswiderstand des Zwischenkörpers gegen ihn völlig verschwindet, und die Kette ist daher als ganz offen anzusehen.

andere abnehmend. Beide dienen einander zur Controle auf die Weise, daß die Summe der einander gegenüberstehenden Zahlen -25 seyn muß. Uebersieht man die Spannung zwischen den Metallen und dem Wasser, die an und für sich sehr klein ist, und zum Theil oder ganz von der Spannung zwischen der oberen Condensatorplatte und der hier zur Verbindung mit der Erde angebrachten feuchten Pappscheibe aufgehoben wird, und nennt die Spannung zwischen dem Kupfer und dem Chlorzink x , die Spannung zwischen dem Chlorzink und dem Zink y , und setzt die constante Spannung zwischen dem Zink und dem Kupfer, der Einfachheit wegen, weil die Einheit, welche dem Zifferwerthe zum Grunde liegt, nichts zur Sache thut, schlechthin gleich 25 , und vernachlässigt die durch die Ladung der gleichartigen Theile der Kette hervorgebrachten Spannungen als bis zur Unwahrnehmbarkeit klein; so wird die Summe der Spannungen bei der ersten Messung, in der Richtung von unten nach oben $= x + y + 25$, und bei der zweiten Messung, ebenfalls in der Richtung von unten nach oben gerechnet, $= -y - x$. Es ist aber in einer offenen Kette, deren unteres Glied mit dem Boden in Verbindung steht, die elektroskopische Kraft des obersten Gliedes der Summe aller Spannungen mit entgegengesetztem Zeichen gleich. Die Zahlen der ersten Columne werden also durch $-x - y - 25$, und die der zweiten durch $y + x$ repräsentirt, und also wird die Summe der einander gegenüberstehenden Zahlen, wenn nämlich vorausgesetzt wird, daß x und y sich während der Zeit beider Messungen nicht merkbar verändert haben, $= -x - y - 25 + y + x = -25$, wie es auch der Codensator ziemlich genau angiebt. Ganz genaue Uebereinstimmung kann man bei ähnlichen Messungen aus mehreren Ursachen, welche hier anzuführen überflüssig wäre, nicht erwarten. Die Zahlen der ersten Columne sind, wenn man das Zeichen umkehrt, der ganzen elektromotorischen Kraft oder der Summe der Spannungen der Kette gleich.

Aus diesem Versuche erhellt, daß die Ursache der Wirkungsabnahme der Kette hauptsächlich davon herrührt, daß die elektromotorische Kraft im Fortgange der Schließung abnimmt. Wird nämlich die Kette offen gelassen, so erholt sie sich nach und nach wieder, wie die erste Columne zu erkennen giebt.

Versuch 2. Dieser Versuch wurde so angestellt, daß nach den beiden ersten, auf die erwähnte Weise vorgenommenen Messungen, die Stärke des Stromes durch den Multiplicator gemessen wurde. Weil die Wirkungsabnahme nach der Schließung hier sehr schnell erfolgte, wurde es nicht möglich den bleibenden Stand der Nadel zu erwarten oder Fechner's Berechnung der Schwingungen anzuwenden; ich begnügte mich also, nur die erste Ablenkung zu beobachten. Die Kette war im Voraus sehr lange geschlossen worden, um die Wirkungswiederherstellung recht langsam zu machen, damit nicht der elektrische Zustand sich merklich ändere während der Zeit, die nöthig war, um die drei Messungen vorzunehmen. Das Resultat ist durch folgende tabellarische Aufstellung zu ersehen, wobei *a* und *b* dieselbe Bedeutung wie im vorigen Versuche haben, *c* aber die Ablenkung der Nadel angiebt.

<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>
$1\frac{1}{2}^0$	24^0	2^0
3	23	6
$4\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$
7	18	17
9	$15\frac{1}{2}$	32
12	$13\frac{1}{2}$	46
$15\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	61
17	$6\frac{1}{2}$	67
(14	10	(62)
20	6	72
22	4	75.

Obwohl die Angaben der Nadel mit der Columnne a , welche die elektromotorische Kraft der Kette angiebt nicht vollkommen übereinstimmt, so kann doch nicht in Abrede gestellt werden, daß die GröÙe des Stromes sich nach der Totalspannung der Kette, wie sie von dem Condensator gemessen wird, in der Hauptsache richte. Die Unregelmäßigkeiten, welche hier obwalten, wenn sie nicht ganz eine Folge zufälliger Umstände sind, müssen darin ihren Grund haben, daß sich der Uebergangswiderstand zwischen den Platten und dem Zwischenkörper verändert. Die Verminderung der elektromotorischen Kraft, welche bei den eingeschlossenen Zahlen bemerkt wird, rührt davon her, daß durch die vorige Schließung der Kette eine Wirkungsabnahme stattfand, und daß nicht gehörig gewartet wurde, ehe die folgenden Messungen vorgenommen wurden. Aus eben diesem Grunde kann ich keinen besonderen Werth auf die Genauigkeit der Angaben der Nadel legen; denn selbst während der sehr kurzen Dauer der Schließung fand ein Abfall der Kraft statt.

Versuch 3. Eine in Chlorzinklösung getränkte Papierscheibe wurde getrocknet, und die Spannungen, welche bei der Berührung der Scheibe mit Zink und Kupfer erzeugt wurden, mittelst des Condensators, der jetzt eine Zinkkupferspannung durch 10^0 angab, gemessen. Die erste Spannung, nämlich zwischen dem Chlorzink und Zink, fand ich gleich 2, die andere dagegen war unmerkbar. Das y ist also hier als 2 und x als Null anzusehen. Nachdem die Papierscheibe, die keine Feuchtigkeit eingezogen hatte, zwischen die etwas warmen Zinkkupferplatten gelegt und vermittelst Schrauben gegen sie gedrückt war, wurde der Strom dreier über einander gelegter Plattenpaare von Zink und Kupfer mit Salmiaklösung durch die Kette so geleitet, daß seine Richtung mit der des Stromes der Kette übereinstimmte. Auf diese Weise wurde die Wirkung der Kette gänzlich

lich zerstört, welches sowohl die Messungen mittelst des Condensators als das Stillstehen der Magnetnadel zu erkennen gab. Nachdem ich mich überzeugt hatte, daß dieser Zustand sich nicht merkbar änderte, wurden die Schrauben los gemacht und die Platten getrennt. Die Papierscheibe war ganz trocken und steif. Die Spannungen zwischen dem Kupfer- und dem Chlorzink, dem Chlorzink und dem Zink wurden wieder gemessen; jene betrug jetzt -12 und diese 2 wie vorher. Es ist also das x , welches vorher Null war, bis auf -12 angewachsen. Man hat also hier die Summe der Spannungen der Kette gleich $2 - 12 + 10$, woraus sich richtig Null ergibt. Die Ursache der Wirkungsabnahme der Kette liegt also diesem Versuche zufolge darin, daß eine Gegenspannung zwischen dem Kupfer und dem Chlorzink erzeugt wird, die zuletzt den übrigen beiden Spannungen die Wage hält und den Strom vernichtet. Die Spannung zwischen dem Kupfer und der Papierscheibe, wenn diese der Luft ausgesetzt wurde, nahm allmählig ab und verschwand zuletzt. Wurde sie dann wieder zwischen die Platten gelegt, war der Strom in jener vollen Stärke wieder da.

Versuch 4. Zwischen die geschliffenen Zink- und Kupferplatten wurden drei, in Chlorzinklösung getränkte und wohl ausgetrocknete Papierscheiben gelegt, und alles durch Schrauben zusammengeprefst. Die Wirkung der Kette auf die Nadel war hier wegen größerer Dicke des Zwischenkörpers und wegen vollkommeneren Austrocknens schwächer als beim vorigen Versuche, doch hinreichend stark. Nachdem die Wirkung der Kette durch den Strom der Salmiakpaare genau aufgehoben war, wurden die Platten getrennt. Der Condensator gab die Spannung zwischen Zink und Kupfer dieses Mal durch 17° an. Ich fand die Spannung zwischen der Papierfläche und der Zinkfläche, die während der Wirkungsabnahme mit einander in Berührung waren, unmerkbar,

die Spannung aber zwischen der Kupferfläche und derjenigen Papierfläche, die diese berührt hatte, betrug jetzt -16 . Die Summe der Spannungen ist also $= -16 + 0 + 17 = 1$. Dafs sie nicht ganz Null ist, kann, den bei diesen Messungen unvermeidlichen Fehler ungerechnet, davon herrühren, dafs der elektromotorische Zustand der Papierscheiben sich etwas verändert hatte. Nachher wurden die Spannungen zwischen den beiden Metallflächen und den übrigen Papierflächen gemessen. Zwischen der abgekehrten Fläche der der Zinkplatte zunächst liegenden Papierscheibe und der Zinkfläche betrug die Spannung $2\frac{1}{2}^0$, und eben so verhielten sich die beiden Flächen der mittleren Papierscheibe und die zunächst liegende der dritten in Berührung mit der Zinkfläche; aber die, der Kupferplatte zugekehrte, Fläche der dritten Papierscheibe war viel stärker positiv gegen die Zinkfläche, als die übrigen. Die Kupferfläche wurde mit allen Papierflächen, diejenige ausgenommen, womit sie während der Wirkungsabnahme in Berührung war, nur sehr schwach negativ. Die starke Spannung zwischen der Kupferfläche und der Papierfläche, die vor der Trennung der Platten einander berührt hatten, war sehr lange merkbar, ehe sie verschwand. Bei Wiederholung desselben Versuchs erhielt ich fast dasselbe Resultat, nur mit der Veränderung, dafs die Kupferfläche mit der Papierfläche, die dem Zink zunächst gelegen hatte, etwas merkbarere Elektrizität, als mit den übrigen, die keine von den Metallflächen berührt hatten, hervorbrachte. Es ist unumgänglich nöthig, damit dieser Versuch gelinge, dafs die Papierscheiben so trocken sind, dafs die Metallflächen nicht im Mindesten feucht werden, sonst wird die Kupferplatte gegen alle Papierflächen in gleichem Grade negativ. Die Ursache ist leicht einzusehen.

Durch diese beiden letzteren Versuche erhellt, dafs die Wirkungsabnahme einer galvanischen Kette hauptsächlich auf Gegenspannungen, die in vorzüglichem Grade

zwischen dem negativen Metalle und dem Zwischenleiter eintreten, beruht ¹⁾). Die Ursache liegt bei den trocknen Ketten nur in einem veränderten elektromotorischen Zustande der Oberfläche des Zwischenkörpers, welches daraus erhellt, daß sich die Kupferfläche mit den übrigen Papierflächen normal verhielt. Es wäre aber nicht richtig hier anzunehmen, daß die Kupferfläche ihren Platz in der elektrischen Serie verändert hätte. Es folgt zugleich aus dem letzten Versuche, daß die veränderte Spannung nur zwischen der Metallfläche und der sie unmittelbar berührenden Fläche des Zwischenleiters stattfindet; denn selbst die abgekehrte Fläche der, der Metallplatte zunächst liegenden Papierscheibe verhielt sich mit dieser normal.

Es kann gar nicht in Zweifel gezogen werden, daß die bei den beiden letzten Versuchen erzeugten Gegenspannungen eine Folge einer Ladung nach dem oben aufgestellten Gesetze seyen. Es ist nicht möglich, bei einer Kette, deren Zwischenkörper so trocken ist, daß die Metallflächen gar nicht feucht werden, einen chemischen Erklärungsgrund zu suchen. Es ist jedoch nicht Zeit, ehe die Erscheinungen der Ladung der nassen Ketten untersucht worden sind, mich in eine Erklärung einzulassen, warum gerade in einer Erregungsstelle eine so grofse Gegenspannung entsteht, und warum diese bei dem negativen Metalle weit beträchtlicher als bei dem

- 1) Fechner ist der Meinung, daß die Wirkungsabnahme der galvanischen Ketten mehr auf einem Steigen des Uebergangswiderstandes, als von einem Sinken der elektromotorischen Kraft beruhe. (Maafsbestimmungen über die galvanische Kette, S. 258. — Schweigg. neues Jahrb. Bd. III S. 267.) Doch stimmen die Versuche Ohm's über den elektrischen Zustand der geschlossenen galvanischen Kette (Schweigg. neues Jahrb. Bd. III S. 1) mit den meinigen überein. Ohm hat die zwischen dem negativen Metalle und der Flüssigkeit hervorgerufene Gegenspannung mit Hülfe des Condensators nachgewiesen, nimmt aber bei der Erklärung zu einem Zersetzungsacte der Flüssigkeit seine Zuflucht.

positiven sey. Hier will ich das Verhalten der trocknen Ketten oder Säulen in Bezug auf die Ladung verfolgen.

Die in den eben erwähnten Versuchen gebrauchte trockne galvanische Kette wurde dem Strome einer kräftigen Elektrisirmaschine ausgesetzt; es erfolgte aber keine Wirkung. Eben so unwirksam waren starke Schläge. Es verhielt sich aber ganz anders, wenn die in Chlorzinklösung getränkte Papierscheibe in dem Grade ausgetrocknet war, daß der Strom der Kette auf die Magnethnadel nicht zu wirken vermochte. Wurde in diesem Falle die Zinkplatte mit dem positiven Conductor in Berührung gesetzt, während die Kupferplatte auf der Hand ruhte, so wurde die elektromotorische Kraft der Kette nicht allein aufgehoben, sondern ganz umgekehrt. Wenn dagegen die Kupferplatte den Conductor berührte, wurde die elektromotorische Kraft sehr vermehrt. So wie das Chlorzink durch eingezogene Feuchtigkeit besser zu leiten anfang, wurde die Wirkung des Stromes der Maschine weniger deutlich und hörte zuletzt auf. Verbindet man den positiven Pol einer trocknen Säule mit dem positiven Conductor, während man den negativen Pol mit der Erde in Verbindung setzt, so wird ihre elektroskopische Kraft sehr bedeutend erhöht. Durch einen entgegengesetzten Strom können die Pole leicht umgekehrt werden. Eine trockne Säule, zusammengesetzt aus 440, nur 4 Lin. im Durchmesser haltenden, Doppelscheiben von unechtem Silber- und echtem Goldpapiere, die nur eine Divergenz von 3° des Strohhalmesektrometers hervorbrachte, wurde, nachdem sie dem Strome einer großen Cylindermaschine, auf die beschriebene Weise, eine Zeit lang ausgesetzt war, in dem Grade wirksam, daß die Divergenz des Elektrometers bis auf 30° stieg. Merkwürdig ist hier, daß auch das Leitungsvermögen der Säule sehr zugenommen hatte. Zuvor leitete sie so schwach, daß eine merkbare Zeit nöthig war, um die

einmal aufgehobene Divergenz des Elektrometers, womit der eine Pol der Säule verbunden war, wieder herzustellen; nachdem aber der Strom daselbst durchgeleitet, ladete sie sogar Leidner Flaschen fast augenblicklich bis auf ihre eigene Tension. Die durch den elektrischen Strom vermehrte elektrische Kraft der Säule nahm anfangs geschwinder, dann aber immer langsamer ab. Den folgenden Tag betrug sie noch 11° ¹⁾). Eine andere trockne Säule von unechtem Silberpapiere und braunem Bleihyperoxyde von 660 Paaren, deren Scheiben auch 4 Linien im Durchmesser hatten, wurde auf gleiche Weise dem Strome der Maschine ausgesetzt. Ihre elektroskopische Kraft stieg von 18° des ersten bis auf 10° des zweiten Volta'schen Elektrometers, aber das Leitungsvermögen, das vorher ziemlich bedeutend war, nahm nicht mehr zu. Werden die Pole einer trocknen Säule durch einen guten Leiter verbunden, so nimmt ihre Wirkung ab, um so mehr, je längere Zeit die Schließung gedauert hat. Man kann auf diese Weise das continuirliche Sinken der elektromotorischen Kraft sehr gut beobachten, wenn man die Säule in verschiedenen Zeitperioden öffnet und sogleich wieder schließt. Es ist jedoch nothwendig, um die Erscheinungen von der Zeit unabhängig zu

- 1) Ich will Denjenigen, welche trockne Säulen besitzen, deren Wirksamkeit aber mit der Zeit verloren gegangen ist, rathen, den Strom einer kräftigen Elektrisir-Maschine, nach voriger Anweisung, eine Zeit lang durch dieselben zu leiten. Die Säule wird auf diese Weise, wenigstens für einige Zeit, ihre vorige Wirksamkeit wieder erhalten. Es kann kaum bezweifelt werden, daß die mit der Zeit eintretende Wirkungsabnahme der trocknen Säulen auf eine Veränderung des elektromotorischen Zustandes des Zwischenleiters beruhe. Wenn nämlich, wie gewöhnlich, die Säulen mit einem Pendel oder Glockenspielen verbunden sind, werden immerfort, durch das häufige Anschlagen des Pendels oder des Klöpfels, Ströme erzeugt, die zuletzt in dem Grade das normale Verhalten der Erregung zwischen dem negativen Metalle und der Papierfläche verändern, daß sich die frühere Wirksamkeit von selbst nicht wieder herstellen kann.

machen, die erforderlich ist, die, der im Augenblicke des Oeffnens vorhandenen elektromotorischen Kraft, entsprechende Tension hervorzubringen, solche Säulen zu wählen, die ein ziemlich starkes Leitungsvermögen besitzen. Die eben erwähnte Säule mit braunem Bleihyperoxyd eignete sich hierzu sehr gut. Ihr Leitungsvermögen in der ersten Periode, nach dem Aufbauen, war so groß, daß sie kleine Leidner Flaschen augenblicklich und eine Batterie von 20 Quadratfuß in einer halben Minute oder noch geschwinder bis auf 15° ladete. Das Sinken der elektromotorischen Kraft dieser Säule befolgte nach dem Schließen immer einen sehr regelmäßigen Gang, der anfangs schneller war, dann allmählig langsamer wurde. Das Steigen der elektromotorischen Kraft erfolgte nach dem Oeffnen der Kette auf gleiche Weise regelmäßig mit abnehmender Geschwindigkeit.

Am meisten empfindlich für die Ladung sind die in der ersten Hauptabtheilung dieser Abhandlung untersuchten trocknen Ketten mit harzigen Zwischenkörpern, wenn sich nämlich diese als Leiter der zweiten Klasse verhalten. Läßt man nur einen kleinen Funken eines Elektrophors auf die Kupferplatte schlagen, so wird die elektromotorische Kraft in dem Grade erhöht, daß der Condensator wiederholte Male eine wohl zehnfach stärkere Elektrizität angiebt. Trifft der Funken aber das Zink, so wird die elektromotorische Kraft ganz umgekehrt. Wenn sich der Zwischenkörper als Leiter der ersten Klasse verhält, ist jeder noch so starke Strom ohne Einfluß. Ich habe mich mit dem bekannten galvanischen Probleme, eine elektrische Säule aus nur starren, nicht durch Feuchtigkeit wirkenden Körpern zu bauen, viel beschäftigt. Dieses Problem ist wirklich, wie oben gezeigt worden, in so weit gelöst, daß durch die Anwendung von Plattenpaaren mit sehr dünnen Zwischenkörpern von Harz oder trockenem Papiere Säulen erbaut werden können, die eine, mit der Anzahl der Paare steigende, Tension

zu erkennen geben. Der Strom einer auf diese Art eingerichteten Säule ist nur sehr schwach; sollte es aber auch möglich seyn den Leitungswiderstand in dem Grade zu überwinden, daß chemische oder elektromagnetische Wirkungen hervorgerufen werden könnten, würde doch, wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, der Strom wahrscheinlich nur eine sehr kurze Zeit bestehen können.

2) Ladungserscheinungen bei gewöhnlichen nassen Ketten.

Bei der folgenden Untersuchung, deren Zweck ist, die sämmtlichen, mit der Ladung im Zusammenhange stehenden Erscheinungen der nassen Ketten so zu einem Ganzen an einander zu reihen, daß das durchgehends für alle geltende Princip auf eine unzweideutige Weise an den Tag gelegt werde, habe ich mich meistens einfacher Ketten, deren Metallplatten in gewisser Entfernung von einander parallel gehalten, und in die verschiedenen Flüssigkeiten eingetaucht wurden, bedient. Zur Messung des Stromes habe ich die gewöhnliche Methode dem Fechner'schen Verfahren der Schwingungen vorgezogen, hauptsächlich darum, weil es bei dieser mehr qualitativen Untersuchung weniger auf das absolute Maafs, als auf die Art und Weise ankommt, wie die Veränderungen des Stromwerthes von selbst eintreten oder durch absichtliche Abänderungen hervorgebracht werden.

Der Gang, welchen die Wirkungsabnahme einer einfachen galvanischen Kette nach dem Schließsen befolgt, ist nach der verschiedenen Anordnung ihrer Elemente verschieden. Der Regel nach nimmt die Kraft gleich vom Anfange der Schließung ziemlich schnell und regelmäfsig ab, wenn als Flüssigkeit Brunnenwasser oder eine Auflösung eines Neutralsalzes, z. B. *Salmiak*, *Salpeter*, *Kochsalz*, *Zinkvitriol* in Wasser, angewandt wird. Ganz anders verhält es sich mit den sauren Flüssigkeiten, welche das positive oder beide Metalle anzugreifen im Stande sind, z. B. bei Zink-Kupferplatten in verdünnter Schwe-

fel-, Salpeter- oder Salzsäure. In diesem Falle ist die Wirkungsabnahme weit weniger schnell; oft bleibt die anfängliche Kraft für eine Zeit dieselbe, und nur nachdem die Säure beinahe verzehrt ist, fängt die Wirkung an bedeutend abzunehmen. Es ist hier der Einfluss des chemischen Angriffs der Metalle zur Unterhaltung des Stromes nicht zu verkennen, denn bei Ketten von Zinn oder Blei und Kupfer wird die Wirkungsabnahme, durch Zusatz von Schwefel- oder Salzsäure zur Flüssigkeit, nicht verzögert. Ebenso nimmt die Wirkung bei einer Zink-Kupferkette mit concentrirter Schwefelsäure sehr schnell ab. Bei den Ketten mit ätzenden Kali- und Natron-Laugen scheint die Verwandtschaft des Alkalis zu dem Oxyde des positiven Metalls Schuld daran zu seyn, daß die Wirkungsabnahme weniger schnell als bei neutralen Flüssigkeiten erfolgt.

Den Versuchen 3 und 4 zufolge liegt die Ursache der Wirkungsabnahme einer galvanischen Kette hauptsächlich darin, daß zwischen dem einen Metalle und dem Zwischenleiter eine Gegenspannung erzeugt wird, die die elektromotorische Kraft der Kette und sogleich auch den Strom allmählig aufhebt. Jeder Umstand, welcher dazu beiträgt diese Gegenspannung zu zerstören, muß also zur Wirkungswiderherstellung der Kette mitwirken oder die Wirkungsabnahme verzögern. Ein solcher Umstand ist erstens das Oeffnen der Kette; denn wie in den Versuchen 1 und 2 gezeigt worden ist, strebt der normale elektromotorische Zustand der Berührungsstelle sich von selbst wieder herzustellen, wenn der Strom aufhört. Ein zweiter Umstand, welcher bei den nassen Ketten vorzüglich in Betrachtung kommt, ist die Beweglichkeit der Theile der Flüssigkeit. Um dieß zu zeigen lasse man eine Zink-Kupferkette in Kochsalzlösung so lange durch den Multiplicator geschlossen stehen, bis die Wirkung auf ein gewisses Minimum gebracht ist. Die Magnetnadel ist jetzt für die Bewegung

der Flüssigkeit in dem Grade empfindlich, daß schon eine gelinde Erschütterung des Tisches die Ablenkung vermehrt. Noch auffallender nimmt die Wirkung zu, wenn man die Flüssigkeit selbst mit der Fahne einer Feder in der Nähe des Kupfers, oder noch besser auf der Oberfläche desselben herumdrehet. Die Nadel springt in diesem Falle heftig zu, und zeigt eine Kraft an, die der anfänglichen wenig nachgiebt. Wird auf gleiche Weise die Flüssigkeit auf der Oberfläche des Zinks in Bewegung gesetzt, so bemerkt man nur wenig Kraftzunahme, und gar keine Veränderung erfolgt, wenn das Liquidum, mit Vermeidung von Anwogen gegen die Kupferplatte, in der Mitte umgerührt wird. Dieses merkwürdige Verhalten einer galvanischen Kette hinsichtlich der Bewegung der Flüssigkeit, das zuerst von Davy beobachtet ¹⁾, nachher von Fechner näher untersucht wurde ²⁾, ist nur eine nothwendige Folge des Versuchs 3 und 4. Es ist bewiesen worden, daß die Wirkungsabnahme einer galvanischen Kette auf eine Gegenspannung, welche im vorzüglichen Grade zwischen dem negativen Metalle und dem Zwischenleiter erzeugt wird, beruhe. Das veränderte elektromotorische Verhalten kommt aber, nach Versuch 4, nur der dem Metalle unmittelbar berührenden Oberfläche des Zwischenleiters zu; denn selbst die abgekehrte Fläche der Papierscheibe verhielt sich normal. Es ist daher leicht zu begreifen, daß jede Bewegung der Flüssigkeit auf der Oberfläche des Kupfers selbst, dazu beitragen muß, den Strom in seiner vorigen Stärke wieder herzustellen, denn es kommen immer neue Theile der Flüssigkeit, deren elektromotorisches Verhalten noch nicht verändert ist, mit dem Metalle in Berührung. Ich bemerke hier, daß, obgleich die durch Bewegung auf der Oberfläche des einen Metalles ver-

1) *Gilb. Ann. der Physik*, Bd. XXVIII S. 186 bis 187.

2) *Maafsbestimmungen über die galvanische Kette*, S. 224.

mehrte Kraft der Kette zu erkennen giebt, daß hier eine Ladung stattgefunden habe, man doch nicht umgekehrt mit Sicherheit schliessen kann, daß keine Ladung stattfinde, wenn durch die Bewegung keine Veränderung bewirkt wird. Es giebt Fälle, besonders wenn die Kette sehr lange geschlossen gewesen ist, in denen die Ladung so schnell erfolgt, daß die Bewegung der Flüssigkeit wenig oder nichts ausrichtet. Ein sichereres Mittel, um zu erfahren, ob auf der einen der metallischen Oberflächen eine Gegenspannung erzeugt werde, ist dieses, daß man das Metall gegen ein anderes, ganz gleiches austauscht, oder wohl nur ein zweites dem vorigen an die Seite setzt. Noch besser ist dieses zweite Metall mit dem vorigen zur Kette zu combiniren; denn in diesem Falle schlägt die Nadel, zufolge der Gegenspannung, nach der entgegengesetzten Seite um.

Ähnliche Erscheinungen, wie im vorigen Falle der Kochsalzlösung, zeigen auch eine Menge andere Flüssigkeiten, wenn sie als Zwischenleiter einer galvanischen Kette angewandt werden, z. B. Auflösungen von Salpeter, Salniak, schwefelsaurer Bittererde, schwefelsaurem Zinkoxyd, auch verdünnte Säuren und ätzende Alkalien. Hier ist nur die Bewegung an der Oberfläche des negativen Metalls von Einfluß. Es giebt jedoch Fälle, in welchen das Verhalten der Kette hinsichtlich der Bewegung der Flüssigkeit umgekehrt ist. Drei solche Fälle sind mir bis jetzt bekannt, nämlich bei Ketten von Zink und Kupfer in *concentrirter Schwefelsäure, kohlensaurem Kali* und *Schwefelleber*. Wird hier die Oberfläche des Zinks abgewischt, so erfolgt eine beträchtliche Wirkungszunahme, keine aber, oder nur eine unbedeutende, wenn die Oberfläche des Kupfers auf ähnliche Weise behandelt wird. Die Gegenspannungen müssen also hier hauptsächlich auf der Berührungsstelle des Zinks und der Flüssigkeit auftreten. Es ist mir gelungen diese Gegenspannungen unmittelbar mittelst des Condensators nachzuwei-

sen. Ich bediente mich in dieser Absicht U-förmiger, mit den Flüssigkeiten gefüllter Glasröhren, in deren Schenkeln die Metallstreifen eingetaucht wurden. Weil nach dem Oeffnen der Kette der vorige Zustand schnell wieder einzutreten anfängt, muß man Sorge tragen, daß das elektroskopische Verhalten mittelst des Condensators in eben dem Augenblicke untersucht wird, als man die Schließung aufhebt. Um die Flüssigkeit mit der Erde in leitende Verbindung setzen zu können, war der nasse Streifen von Papier neben den Metallen längs den Wänden der Röhre hineingesteckt. Ehe die Kette geschlossen ward, wurde zuerst das normale Verhalten untersucht. Eine mittelst des Condensators gemessene Zink-Kupferspannung betrug 17° .

Das kohlen saure Kali verhielt sich auf folgende Weise. Wurde der Zinkstreifen mittelst feuchten Papiers mit dem Condensator verbunden, während der Papierstreifen des andern Schenkels mit der Erde in Verbindung war, so betrug die Divergenz der Strohählmchen nach Trennung der Platten $+1\frac{1}{2}^{\circ}$. Wurde der Kupferstreifen mit dem Condensator verbunden und der Papierstreifen des entgegengesetzten Schenkels der Röhre berührt, so betrug die Divergenz -3° . Hier ist daher die ganze elektromotorische Kraft der Kette vor der Schließung $=17-3-1\frac{1}{2}=12\frac{1}{2}$. Darauf wurde die Kette geschlossen, und nach einer Weile dieselben Spannungen gleich nach dem Oeffnen gemessen. Die Spannung zwischen dem Kupfer und der Flüssigkeit fand ich unverändert -3° , die Spannung aber zwischen der Flüssigkeit und dem Zink ging sogar bis auf -11° . Diesem zufolge betrug die ganze elektromotorische Kraft der Kette in ihrem jetzigen Zustande $17-3-11=3$, wie auch die unmittelbare Messung so ziemlich zu erkennen gab.

In Berührung mit Schwefelleberlösung fand ich das Zink nur sehr schwach negativ. Das Kupfer dagegen,

mit derselben Berührung gesetzt, wurde anfangs fast eben so stark negativ als mit Zink, aber nach einer Weile fand ich dieselbe Spannung ungefähr auf die Hälfte vermindert. Man hat also hier die elektromotorische Kraft der ungeschlossenen Kette $= 17 + \frac{1}{2} - 8 = 9\frac{1}{2}$. Nachdem die Kette lange genug geschlossen gestanden und die Wirkung beinahe aufgehoben war, fand ich das Zink nicht nur nicht negativ, sondern bis auf 8° positiv gegen die Schwefelleberlösung, während die Spannung zwischen dem Kupfer und der Schwefelleberlösung sich wenig verändert hatte. Man hat also hier die elektromotorische Kraft der Kette gleich $17 - 8 - 8 = 1$. Das Verhalten der Schwefelleberlösung als Zwischenleiter in einer Zink-Kupferkette ist in mehr als einer Rücksicht merkwürdig. Schließt man die Kette in demselben Augenblick, in welchem die Platten in die Lösung getaucht werden, so ist der Strom anfangs nur schwach, nach kurzer Zeit aber bemerkt man ein bedeutendes Steigen der Nadel, welches also eine Wirkungszunahme während der Schließung zu erkennen giebt. Die Ursache dieses ungewöhnlichen Verhaltens ist leicht aus dem eben Angeführten begreiflich, Der anfangs nur schwache Strom rührt von der starken negativen Spannung her, die zwischen dem Kupfer und der Schwefelleberlösung stattfindet, so wie aber diese, wie bemerkt worden, von selbst nachgiebt, nimmt die elektromotorische Kraft zu und der Strom gewinnt an Stärke. Erst nachdem die Kette längere Zeit geschlossen gewesen ist, fängt die gewöhnliche Wirkungsabnahme an merkbar zu werden.

Die concentrirte Schwefelsäure verhält sich auf eine ähnliche Weise, wie die beiden vorübergehenden Flüssigkeiten; ich verspare jedoch die Erwähnung der näheren Umstände, bis das Verhalten der verdünnten Säuren bei den galvanischen Ketten wird untersucht worden seyn.

Jetzt fängt der Einfluss des chemischen Processes, welchen man sogar die Hauptrolle bei den galvanischen

Er-

Erscheinungen hat spielen lassen, an deutlicher zu werden. Es ist leicht einzusehen, daß der chemische Angriff der Metalle durch Säuren, das Auftreten der Stoffe und die Bildung neuer Verbindungen gar nicht ohne Bewegungen, ohne Veränderungen der erregenden Oberflächen stattfinden können. Ich will hier den chemischen Proceß bei einer Kette von Zink, Kupfer und verdünnter Schwefelsäure betrachten. Ehe die Kette geschlossen worden ist, findet eine starke Gasentwicklung am Zinke statt, gar keine aber am Kupfer. Schließt man die Kette, so wird das Verhalten sogleich umgekehrt. Die Gasentwicklung am Zink nimmt beträchtlich ab, auf der Oberfläche des Kupfers dagegen erscheint in großer Menge Gas, dessen aufsteigende Bläschen hier eine sehr lebhaftere Bewegung bewirken. Den obigen Versuchen über den Einfluß der Bewegung der Flüssigkeit gemäß, ist leicht zu begreifen, daß unter solchen Umständen der Ladungsproceß nicht ungestört fortgehen kann; es kommen nämlich immer neue Theile der Flüssigkeit mit dem Kupfer in Berührung und die Gegenspannung wird immerfort aufgehoben. Zwar ist das Auftreten des Wasserstoffgases an dem negativen Metalle nur eine Folge des Stromes; aber einmal begonnen, unterhält sich der Strom auf diese Weise von selbst. Daß hier die Auflösung des Zinks an sich zur Unterhaltung des Stromes nicht beiträgt, erheilt schon daraus, daß amalgamirtes Zink, das in verdünnter Schwefelsäure, außer der Kette, nur sehr wenig angegriffen wird, einen fast stärkeren und anhaltenderen Strom als nicht amalgamirtes giebt. Ich muß hier erinnern, daß es nicht sowohl die Bewegung des aufsteigenden Gases ist, welches die Ladung verhindert, als vielmehr das Auftreten des Wasserstoffes an und für sich an der Oberfläche des negativen Metalls. Es giebt nämlich Fälle, in welchen das Wasser gas im Augenblicke des Auftretens in der Flüssigkeit absorbiert wird, und doch wird die Wirkungsabnahme auch

dabei bedeutend verzögert. Bei den neutralen Flüssigkeiten als Zwischenleiter einer Kette sind die Umstände verschieden von denen, welche bei den sauren stattfinden, denn wenn jene angewandt werden, ist der Strom nicht im Stande das Wasser zu zerlegen, und kein Wasserstoff tritt an dem negativen Metalle hervor. Die Nadel giebt zwar anfangs einen starken Strom zu erkennen, aber der Ladungsproceß, welcher hier nicht gestört wird, hebt die Wirkung allmählig auf.

Um den Einfluß der freien Säure zur Unterhaltung oder Wiederherstellung des Stromes näher kennen zu lernen, wandte ich U-förmige Glasröhren an, die, um die Gemeinschaft der Flüssigkeiten der beiden Schenkel zu verhindern, in der Mitte durch einen Asbestpfropfen in zwei Hälften getheilt wurden. Die Röhre wurde mit einer neutralen Flüssigkeit gefüllt und in die beiden Schenkel Metallstreifen hineingesteckt, die nachher mit den Drahtenden des Multipliers verbunden wurden. Nachdem die Wirkungsabnahme so weit fortgeschritten war, daß die Nadel merklich denselben Stand behielt, wurde Säure nur in den einen Schenkel tropfenweis hinzugehan. Vermittelst eingeführter Stücke Lackmuspapier überzeugte ich mich, daß keine Säure in den andern Schenkel hinaufsteigen konnte. Ich habe sehr viele Versuche dieser Art mit verschiedenen Combinationen von Metallen angestellt, nämlich mit *Zink* und *Kupfer*, *Zink* und *Platin*, *Zinn* und *Kupfer*, *Blei* und *Kupfer*, *Blei* und *Platin*. Als Flüssigkeiten wurden Auflösungen von *schwefelsaurer Talkerde* oder *schwefelsaurem Natron*, *Kochsalz*, *Salpeter*, und als Säuren *Schwefelsäure*, *Salzsäure*, *Salpetersäure* angewandt. Als allgemeines Resultat der Versuche will ich folgende Regel aufstellen, die keine Ausnahme duldet: *Nachdem die Wirkung einer galvanischen Kette in einer neutralen Flüssigkeit durch längeres Schließen geschwächt worden ist, wird sie nur in dem Falle durch das Hineinthen einer*

Säure wieder hergestellt, wenn diese mit dem negativen Metalle in Berührung kommen kann. Sind die Metalle, z. B. Zink und Kupfer, die Flüssigkeit schwefelsaure Talkerde, und wird Schwefelsäure in solcher in Menge am Zinkende der Röhre hinzugethan, daß eine sehr lebhaft Gasentwicklung erfolgt, so geräth die Nadel nur in eine gelinde Unruhe, und sinkt sogar etwas. Wird aber die Säure, und zwar nur ein einziger Tropfen dem Kupferende hinzugefügt, so springt die Nadel mit Heftigkeit auf, und im Augenblicke erscheint Gas am Kupfer, welches zu erkennen giebt, daß das Zink sich zu gleicher Zeit zu oxydiren anfängt. Nur allmählig, nachdem die Säure verzehrt worden ist, geht die Nadel zurück. Dieser Versuch, der auch von Becquerel, nur nicht ganz unter denselben Umständen, angestellt worden ¹⁾, hat etwas sehr Auffallendes. Es ist leicht zu finden, daß bei einer geschlossenen Kette von Zink und Kupfer mit verdünnter Schwefelsäure die Zersetzung des Wassers durch die bei der Gegenwart der Säure vermehrte Anziehung des Zinks zum Sauerstoff erleichtert werde. Wird amalgamirtes Zink angewandt, so ist die Verwandtschaft des Zinks zum Sauerstoff, der freien Säure ungeachtet, nicht allein hinreichend das Wasser zu zerlegen; sobald aber die Kette geschlossen wird, kommt jene der zerlegenden Kraft des Stromes zu Hülfe, das Zink wird oxydirt und der ihm entsprechende Wasserstoff tritt am Kupfer als Gas hervor. Wie ist es aber möglich, daß in dem gegenwärtigen Falle, wo die Säure mit dem Zink nicht in Berührung kommen kann, die Zersetzung des Wassers erleichtert werde. Wollte man, nach Faraday, bei der geschlossenen Kette jemals eine chemische Anziehung in die Ferne als wirksam annehmen, so sollte es wohl hier geschehen. Sind die Metalle Zinn und Kupfer oder Blei und Kupfer, so nimmt die Wirkung zwar in den ersten Augenblicken zu, wenn

1) *Ann. de chim. et de phys.* May 1829, p. 58.

Schwefel- oder Salzsäure an das Kupferende der Röhre hinzugesetzt wird, die Nadel geht jedoch bald zurück; wendet man aber hier Salpetersäure an, so ist die Ablenkung der Nadel dauernd. Es verhält sich jedoch in Betreff des letzten Umstandes nicht so bei Ketten von Blei und Platin; hier ist die Ablenkung der Nadel, wenn Salpetersäure an dem Platinende hinzugesetzt wird, nur von kurzer Dauer, woraus also der Einfluss des chemischen Angriffs der Salpetersäure auf das negative Metall zu erkennen ist. Gewöhnlich ist die Berührung der Säure mit dem negativen Metalle allein hinreichend, die Wirksamkeit der Kette vollständig wieder herzustellen; doch giebt es einige Fälle, besonders bei der Salpetersäure, in welchen die Wirkung noch etwas verstärkt wird, wenn die Säure nicht nur zum negativen, sondern auch nachher zum positiven Metalle hinzugegan wird.

Das Resultat dieser Versuche ist, wie leicht zu ersehen, mit der Ansicht Derjenigen, welche die Oxydation des Zinks als die Hauptursache der elektrischen Aeußerungen der galvanischen Kette annehmen, gerade im Widerspruche ¹⁾. Man findet, dass die Oxydation des Zinks, die von der Kettenwirkung unabhängig ist, zum Unterhalten des Stromes gar nicht beiträgt; nur die Berührung der Säure mit dem negativen Metalle ist hier von Einfluss, wobei doch das gegenseitige chemische Verhalten der Säure und des positiven Metalls auf eine schwer erklärende Weise mitwirkt.

Nach dem Verhalten der galvanischen Ketten in verdünnten Säuren, will ich das Verhalten einer Zink-Kupferkette in concentrirter Schwefelsäure, als besonders merkwürdig betrachten. Es ist schon längst durch Da-

1) Faraday nimmt nur eine gewisse chemische Spannung zwischen dem positiven Metalle und der Säure als nothwendig an, um die Elektricität in Circulation zu setzen; aber auch diese Annahme scheint mir durch die obigen Versuche widerlegt zu seyn.

vy's Versuche bekannt, daß die Wirkung einer galvanischen Kette in concentrirter Schwefelsäure, einer der stärksten leitenden Flüssigkeiten, gar nicht bestehen kann ¹⁾. Setzt man aber nur einen Tropfen Wasser der Säure zu, so erscheint auf einmal Gas, und die Wirksamkeit der Kette wird sogleich eintreten. Es verdienen um so mehr die näheren Umstände untersucht zu werden, weil diese Thatsache, dem Anscheine nach, der Oxydationstheorie sehr günstig ist. Das Verhalten einer Zink-Kupferkette in concentrirter Schwefelsäure ist folgendes: Werden die Metallplatten zuerst mit den Drahtenden des Multipliers verbunden und nachher in die Säure eingetaucht, so springt die Nadel im Augenblicke mit großer Heftigkeit zu, es entsteht ein starkes Aufbrausen an dem Zink, das jedoch bald aufhört ²⁾, und zu gleicher Zeit geht die Nadel zurück und zeigt bald nur einen sehr schwachen Strom an. Das Oeffnen der Kette trägt nicht viel bei, die Wirkung wieder herzustellen; aber Bewegung an der Oberfläche des Zinks bringt ein bedeutendes Steigen der Nadel hervor. Taucht man die Platten zuerst in die Säure, ehe die Schließung vorgenommen worden, so wird die Nadel zwar abgelenkt, doch viel weniger als im vorigen Falle, und fällt auf gleiche Weise in kurzer Zeit zurück. Setzt man, nachdem die Wirkung aufgehört hat, einen Tropfen Wasser der Säure an der Oberfläche des Zinks zu, so erscheint auf einmal eine starke Gasentwicklung; die Nadel springt im Augenblicke mit großer Heftigkeit vor, und geht nicht eher zurück, als bis das Aufbrausen aufzuhören anfängt. Ich muß gestehen, daß hier die Wirkungswiederherstellung der Kette,

1) Gilb. Annal. der Physik, Bd. VIII S. 13.

2) Diese momentane Gasentwicklung findet stets statt, wenn Zink in concentrirte Schwefelsäure eingetaucht wird, und rührt vielleicht davon her, das auch die stärkste Schwefelsäure nicht wasserfrei ist. Ueber die Ursache des schleunigen Aufhörens des schon begonnenen chemischen Processes will ich hier nicht entscheiden.

zu derselben Zeit da ein chemischer Proceß zwischen dem Zink und der Säure beginnt, so auffallend ist, daß ich mich nicht sehr verwundert, daß Personen, von denen das Phänomen nicht näher untersucht worden ist, der Thätigkeit der galvanischen Ketten einen chemischen Ursprung beigelegt haben; wer aber die unerschütterliche Basis, worauf die Volta'sche Theorie beruht, durch eigene Erfahrung kennt, wird sich doch nicht irre leiten lassen. Um die Ursache der schnellen Wirkungsabnahme und des so plötzlichen Wirkungswiederherstellens der Kette durch zugesetztes Wasser nachspüren zu können, ist zuerst nothwendig über das elektromotorische Verhalten der concentrirten Schwefelsäure, in Berührung mit dem Zink und Kupfer, in's Reine gekommen zu seyn. Eine U-förmige Röhre wurde in dieser Absicht mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt, und darauf ein Zinkstreifen in den einen und eine nasse Holzstange in den andern Schenkel hineingesteckt. Wurde das Zink durch feuchtes Papier mit dem Condensator verbunden und die Holzstange ableitend berührt, so kam fast gar keine Elektrizität zum Vorschein, so lange die Gasentwicklung am Zink noch fort dauerte; sobald aber diese aufhörte, wurde der Condensator mit positiver Elektrizität geladen, die bis auf zwei Drittel der Spannung zwischen Zink und Kupfer stieg. Die concentrirte Schwefelsäure weicht also von dem gewöhnlichen Verhalten der Flüssigkeiten nach der Regel Pfaff's ¹⁾, daß diese in Berührung mit den Metallen fast immer positiv werden, sehr merklich ab. Ein Kupferstreifen statt des Zinks in die Säure getaucht, wurde nur sehr schwach positiv. Jetzt wird es nicht mehr schwer seyn, die obigen Erscheinungen zu erklären. Wird das Zink-Kupferpaar in die Säure eingetaucht und die Kette zu gleicher Zeit geschlossen, so entsteht nothwendig ein starker Strom; denn die Säure ist ein sehr guter Leiter, und die Span-

1) Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus, S. 49.

nung der Metalle wirkt ungehindert, so lange die Gasentwicklung am Zink noch fort dauert. Sobald diese aber nachläßt, fängt die eigene Spannung zwischen der Säure und dem Zink an thätig zu seyn; diese Spannung ist aber derjenigen entgegengesetzt, welche zwischen den Metallen stattfindet, und schwächt daher die elektromotorische Kraft bedeutend. Setzt man hier die Spannung zwischen Zink und Kupfer $= 17$ und die Spannung zwischen der concentrirten Säure und dem Zink $= -11$, so ist die elektromotorische Kraft von ungefähr 17 bis auf $17 - 11 = 6$ gefallen. Zuletzt tritt, wie dieß auch der Condensator zu erkennen giebt, die gewöhnliche Wirkung der Ladung ein, die bei der concentrirten Schwefelsäure, wegen ihrer Schwerflüssigkeit und ihres starken Adhärens am Zink, schneller als gewöhnlich erfolgt, und der Strom wird in Kurzem beinahe Null seyn. Thut man jetzt Wasser der Säure auf der Zinkseite hinzu, so kommt das Zink sogleich mit diluirter Säure in Berührung, und es wird nicht nur die Ladung zerstört, sondern es tritt auch ein verändertes elektromotorisches Verhältniß zwischen das Zink und die Flüssigkeit ein. Nach Pfaff's sehr genauen Versuchen über das elektromotorische Verhalten der Metalle in Berührung mit den Flüssigkeiten ist die Spannung zwischen der diluirten Schwefelsäure und dem Zink positiv, und ungefähr $\frac{1}{3}$ der Spannung zwischen dem Zink und dem Kupfer ¹⁾. Gerade so groß fand auch ich sie, denn der Condensator gab 3° an, wenn die Spannung zwischen Zink und Kupfer 17° betrug. Die elektromotorische Kraft der Kette steigt also durch das Zusetzen des Wassers im Augenblick von beinahe Null bis auf $17 + 3 = 20$, welche Zunahme mehr als einer ganzen Zink-Kupferspannung entspricht. Es ist also kein Wunder, daß eine sehr starke Ablenkung der Nadel hier erfolgt, sobald verdünnte Säure das Zink berührt. Auch ein anderer Umstand ist bei dieser gro-

1) Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus, S. 55.

fsen Vermehrung der Stromkraft von Einfluss. Der Uebergangswiderstand zwischen der Zinkplatte und der Flüssigkeit ist nämlich, wie weiterhin gezeigt werden wird, kleiner bei diluirter als bei concentrirter Schwefelsäure, weswegen bei Hinzufügung des Wassers nicht nur die elektromotorische Kraft der Kette vermehrt, sondern auch der Gesamt-Leitungswiderstand vermindert wird. So wie das Wasser zersetzt wird oder sich allmählig in die Säure verbreitet, kommt das Zink aufs Neue mit der mehr concentrirten Säure in Berührung, und der vorige Zustand tritt wieder ein.

Dieser Versuch, welcher als einer der entscheidendsten Beweise für die Richtigkeit der Oxydationstheorie angesehen worden ist, hat also, nach Volta's Theorie, keine Schwierigkeit mehr. Auf diese Weise verschwinden die Widersprüche, und werden die theoretischen Streitigkeiten beigelegt ¹⁾, wenn man nur beim Erfor-

- 1) In keinem Zweige der Naturlehre herrscht wohl ein größerer Zwiespalt, eine größere Divergenz der Meinungen, als gerade in der Lehre vom Galvanismus. Zu derselben Zeit, da durch die Bemühungen Ohm's und Fechner's der Theorie Volta's die letzte Vollendung, die mathematisch genaue Entwicklung gegeben worden ist, treten andere auf, die die hier festgestellten ersten Principien theils für unanwendbar erklären, theils ganz läugnen. Faraday glaubt durch einen entscheidenden Versuch bewiesen zu haben, daß der Metallcontact nichts mit der Erzeugung der Elektricität in der Volta'schen Kette zu schaffen habe (dies. Ann. Bd. 35 S. 17). Es kommt nämlich bei der Schließung eines sehr großen Zink-Kupferpaares mit verdünnter Schwefelsäure ein Funke zum Vorschein, welcher, wie man leicht einsehen kann, übergesprungen seyn muß, bevor der Metallcontact vollzogen ist. Hierbei ist erstens zu bemerken, daß die Spannung zwischen den Metallen, nach Volta's Theorie, nicht die einzige Quelle der elektrischen Aeußerungen einer galvanischen Kette ist; vielmehr sind zwischen den Metallen und der Flüssigkeit bemerkbare Spannungen thätig, deren Summe im gegenwärtigen Falle beinahe $\frac{1}{2}$ einer Zink-Kupferspannung beträgt, und die möglicherweise zur Entstehung eines Funkens bei der Schließung Anlaß geben kann. Wenn aber auch diese Spannungen entweder gar nicht vorhanden oder zu klein seyn sollten, um das fragliche Phänomen hervorzubringen, so kann ich

schen der Ursachen der Erscheinungen bis auf den Grund dringt. Ueberhaupt kann man den Anhängern der chemischen Theorie, wie Pfaff richtig bemerkt, den Vorwurf machen, daß sie sich durch den Schein haben blenden lassen.

doch nicht den angeführten Versuch als einen entscheidenden Beweis gegen die Theorie Volta's ansehen. Wenn, wie wahrscheinlich ist, die Differenz der freien Elektrizität, die bei der Berührung zweier heterogenen Leiter entsteht, eine Folge der schon in den Körpern vorhandenen gebundenen Elektrizitäten ist, so kann die Berührung nichts zur Sache thun; das Spiel der elektrischen Kräfte muß auch in einiger Entfernung thätig seyn; es findet aber kein Uebergang der Elektrizität statt, ehe der Leitungswiderstand der Luft durch allmähliche Annäherung der Körper in dem Grade geschwächt worden ist, daß ein Funke überspringen kann. Volta selbst setzt die Ursache der Störung des elektrischen Gleichgewichts nicht gerade in die Berührung der Körper. Er behauptet (Ritter's Beiträge Bd. II S. 66), daß er einigen Grund zu der Vermuthung habe, daß die bloße Nähe zweier verschiedenen Metalle hinreichend sey, um in ihnen einige Elektrizität hervorzubringen. Ich bin überzeugt, daß, wenn nicht die Spannungen so äußerst klein wären, so würde die Auswechslung der Elektrizität auch in sehr merklichen Entfernungen von dem einen Körper zu dem andern vor sich gehen können. Es kann also die Behauptung, daß der Metallcontact mit der Erzeugung der Elektrizität in der Volta'schen Kette an sich nichts zu schaffen habe, sehr wohl richtig seyn, ohne daß dadurch die Basis der Volta'schen Theorie im Mindesten erschüttert wird. — Schönbein hat neulich (dies. Ann. Bd. XXXIX S. 351) bestimmt erklären wollen, daß Volta's Theorie gefallen sey, und führt eine Thatsache an, die, seiner Meinung nach, eben sowohl die Falschheit der Contacthypothese, als die Richtigkeit der chemischen Ansicht über die Entstehungsweise der Volta'schen Elektrizität auf eine eben so einfache als schlagende Weise darthue. Ich führe hier Schönbein's eigene Worte an: „Bringt man einen passiven Eisendraht in Berührung mit Platin in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, so scheidet sich am letzteren Metalle auch keine Spur von Kupfer aus, wird aber der passive Eisendraht in besagter Flüssigkeit zu chemischer Thätigkeit, d. h. zu Oxydation und Kupferfällung bestimmt (z. B. durch Berührung mit einem gewöhnlichen Eisendraht innerhalb der Lösung), so erscheint in dem gleichen Augenblick das Platin mit einem Kupferhäutchen überzogen.“ So viel Werth auch Schönbein diesem Versuche bei-

Es ist nicht zu verkennen, daß das Fortbestehen der Wirkung der galvanischen Ketten im Allgemeinen mit der durch den Strom selbst bewirkten Zersetzung der Flüssigkeit und dem Hervortreten der Stoffe an den Oberflächen der Metalle im Zusammenhange steht. Es stimmen mit dieser Meinung die Erfahrungen Davy's, Faraday's und Anderer überein. Faraday geht sogar so weit, daß er Durchleitung der Elektricität und Zersetzung der Flüssigkeit als identisch ansieht. So wird in verdünnten Säuren und kaustischen Laugen das Wasser, in Schwefelleberlösung das Schwefelkalium, in Kupfervitriollösung das schwefelsaure Kupferoxyd zersetzt, und das Fortbestehen des Stromes ist im ersten Falle eine Folge des Hervortretens des Wasserstoffs am nega-

legt, so kann er doch nicht als Beweis gegen die Contacttheorie gelten, ehe mittelst des Condensators erwiesen worden ist, daß keine Gegenspannung an der Berührungsstelle der Kupfauflösung und des passiven Eisendrahts stattfindet, die der Eisenplatinspannung die Wage halten könne; denn, ich wiederhole es, die gegenseitige Berührung der Metalle ist nach besagter Theorie keinesweges als die einzige Quelle der Thätigkeit einer galvanischen Kette anzusehen. Die Erklärung des Versuches nach der Contacttheorie scheint mir auf Folgendem zu beruhen. Es ist aus dem oben Angeführten, über das Verhalten einer Zink-Kupferkette in concentrirter Schwefelsäure, zu ersehen, daß die Spannung zwischen einer Säure und einem oxydableren Metalle, wenn dieses nicht angegriffen wird, eine ganz andere seyn kann, als in dem gewöhnlichen Falle, wo eine Oxydation erfolgt. Wahrscheinlich tritt auch ein solches Verhältniß hier ein. Es kann nämlich sehr wohl möglich seyn, daß während des passiven Zustandes des Eisendrahtes eine negative Spannung zwischen der Kupfauflösung und dem Eisen stattfindet, die um so leichter im Stande seyn kann, die ganze positive Eisenplatinspannung aufzuheben, als diese an sich nicht sehr groß ist. In diesem Falle kann sogar im ersten Anfange der Schließung der Kette keine Wirkung auf die Magnetnadel entstehen; sobald aber der Eisendraht in einen activen Zustand versetzt wird, und ein chemischer Proceß beginnt, tritt der normale elektromotorische Zustand wieder ein, dem zufolge das Eisen nach Pfaff's Regel negativ wird, der Strom entsteht im Augenblicke in seiner vollen Stärke, und das Kupfer schlägt sich am Platin nieder.

tiven Metalle, im zweiten eine Folge der starken Schwefelbindung des Zinks, und im dritten eine Folge der starken Fällung des Kupfers am negativen Metalle. Dafs dieses Hervortreten der Stoffe auf die Weise zum Unterhalten des Stromes beiträgt, dafs der Ladungsproceß zerstört wird, ist aus dem Vorhergehenden klar. Die Gegenspannung bildet sich nämlich auf der Gränze der Flüssigkeit und des Metalls, und gerade hier treten auch die Stoffe hervor. Der Einfluß dieses Hervortretens kann ein doppelter seyn. Der eine ist nur mechanisch. So wie nämlich die Stoffe auf der Metallfläche frei werden, entsteht eine Bewegung, wobei neue Theile der Flüssigkeit, deren elektromotorisches Verhalten noch nicht verändert ist, mit dem Metalle in Berührung kommen. Dafs auf diese Weise der Ladungsproceß oft mehr zerstört wird, als durch absichtliche Bewegung der Flüssigkeit, ist aus der starken Adhäsion zwischen einem starren und einem flüssigen Körper begreiflich. Ein anderer Fall tritt ein, wenn die hervortretenden Stoffe selbst als Elektromotoren wirken, oder wenn sich eine Metallfällung an der Oberfläche des negativen Metalls bildet. Hier wird nicht nur die Ladung aufgehoben, sondern auch eine neue Spannung hervorgebracht. Auch der chemische Proceß, welcher von der Kettenwirkung unabhängig ist, kann dazu beitragen, die Ladung aufzuheben; er kommt jedoch seltener in Betracht, aus dem Grunde, dafs die Gegenspannung mehrentheils an dem negativen Metalle, welches weniger leicht von den Flüssigkeiten angegriffen wird, hervortritt. Ein Beispiel dieser Art liefern jedoch Ketten von Blei und Kupfer oder Zinn und Kupfer in Salpetersäure. Dafs hier die Unterhaltung des Stromes hauptsächlich auf dem chemischen Angriff des Kupfers von der Säure beruht, kann dadurch bewiesen werden, dafs bei Ketten von Blei und Platin in derselben Säure die Wirkungsabnahme schnell erfolgt. Ich hoffe, dafs die hier von mir aufgestellte Erklärung über

die Abhängigkeit der galvanischen Action von dem chemischen Prozesse unter den Physikern Eingang finden werde. Mir wenigstens ist beinahe alles klar geworden, was früher dunkel schien.

In der vorigen Untersuchung habe ich mich bemüht, die Ursache des Wogens der Kraft der galvanischen Ketten aufzufinden. Es ist bewiesen worden, daß sich Gegenspannungen an der Stelle der Berührung der Metalle und Flüssigkeiten bilden, die die anfängliche elektromotorische Kraft der Kette im geschlossenen Zustande allmählig aufheben. Jetzt will ich den Ladungsproceß mit dem Ladungsgesetze in Uebereinstimmung zu bringen suchen, und die Ursache entwickeln, warum gerade an den genannten Erregungsstellen so beträchtliche Spannungen entstehen.

In seinem meisterhaften Werke: »*Die galvanische Kette mathematisch bearbeitet*,« womit eine neue Periode in der Lehre vom Galvanismus beginnt, nimmt Professor Ohm als ein Grundgesetz an, daß verschiedenartige Körper, die einander berühren, fortwährend an der Stelle der Berührung einen und denselben Unterschied ihrer elektroskopischen Kräfte behaupten. Mit dieser Annahme steht ein anderer Umstand im Zusammenhange, daß nämlich Ohm den Leitungswiderstand zwischen zwei unmittelbar an einander gränzenden Querschnitten der galvanischen Kette immer als unendlich klein betrachtet. Wenn l die Länge, ω den Querschnitt, und k den Leitungscoefficienten eines homogenen prismatischen Leiters bezeichnet, so wird der Leitungswiderstand $\lambda = \frac{l}{k \omega}$.

Setzt man hier l unendlich klein, wie der Fall ist, wenn man sich den Uebergang der Elektrizität zwischen zwei einander berührenden Querschnitten des Leiters vorstellt, so wird λ oder der Leitungswiderstand Null, und diesem zufolge ist auch die elektrische Differenz, die durch das Product des Stromes und des Leitungswiderstandes,

also in der geschlossenen galvanischen Kette durch $\frac{A \cdot l}{L \cdot k w}$ ausgedrückt wird, für diesen Fall gleich Null.

Das Angeführte gilt eigentlich nur für den Fall, wenn der Leiter homogen ist; aber auf dieselbe Weise denkt sich Ohm den Leitungswiderstand und die dem Strome entsprechende Differenz der elektroskopischen Kräfte unendlich klein, wenn die einander berührenden Flächen heterogen, z. B. von Metall und einer Flüssigkeit gebildet sind, und betrachtet daher die Zu- oder Abnahme der schon vorhandenen elektrischen Differenz der Berührungsstelle auch beim stärksten Strome, als unmerklich. Fragt man über diesen Punkt die Erfahrung, so giebt es, wie besonders Fechner gezeigt hat, eine Menge Fälle, welche unzweideutig zu beweisen scheinen, daß ein eigener Widerstand des Ueberganges stattfindet, und hier will ich die Möglichkeit eines solchen Widerstandes theoretisch nachzuweisen suchen. Betrachtet man

die Formel $\lambda = \frac{l}{k w}$, und nimmt k unendlich klein an,

wie bei einem Nichtleiter der Fall ist, so wird λ bei einer gegebenen endlichen Gröfse des l und w unendlich groß. Denkt man sich aber nicht nur k , sondern auch l unendlich klein, so wird der Leitungswiderstand

$\lambda = \frac{0}{0} \cdot \frac{1}{w}$, welches wieder ein endlicher Werth ist, und

hieraus erhellt, daß ein Nichtleiter, wenn er unendlich dünn ist, und an seiner Natur durch den Strom selbst nichts verändert wird, die Elektrizität zwar durchleitet, doch dem Uebergange einen gewissen Widerstand leistet. Auf diese Weise muß man, wie es mir scheint, sich den Vorgang vorstellen, wenn die Elektrizität von einem starren in einen flüssigen Körper übergeht. Man kann nämlich den Leitungscoefficienten der Berührungsstelle als unendlich klein denken, oder diese Stelle als einen Theil eines Nichtleiters betrachten, der nur

wegen seiner unendlichen Dünne leitend wird. Wenn also ω den Leitungswiderstand des Ueberganges bedeutet, so wird die Zu- oder Abnahme der auf dieser Stelle stattfindenden Differenz der elektrischen Kräfte, die dem Strome $\frac{A}{L}$ entspricht, durch $-\frac{A}{L}\omega$ ausgedrückt. Nachdem dieses angenommen worden ist, wird es nicht schwer seyn, die Erscheinungen der Ladung einer galvanischen Kette nach dem oben angegebenen Gesetze zu erklären. Setzt man die Gröfse der Spannung der Erregungsstelle gleich a , so wird die elektrische Differenz dieser Stelle, nachdem die Kette geschlossen worden ist $= a - \frac{A}{L}\omega$, und also wird die ursprüngliche positive Gröfse der elektrischen Differenz der Erregungsstelle vermindert, wenn A oder die Summe der Spannungen positiv ist, hingegen vermehrt, wenn A negativ ist. Das Umgekehrte findet statt, wenn a negativ ist. Zufolge des oben festgestellten Ladungsgesetzes gehen aber die elektrischen Differenzen, die der Strom in einem Leiter hervorbringt, zum Theil in Spannungen über. Es wird daher von der elektrischen Differenz $-\frac{A}{L}\omega$ ein Theil in Spannung nach und nach verwandelt, und zwar mit Beibehaltung desselben Zeichens, woraus also folgt, das A , welches der Differenz $-\frac{A}{L}\omega$ dem Zeichen nach entgegengesetzt ist, immer kleiner wird. So wie aber die elektromotorische Kraft eine Schwächung erleidet, wird auch der Strom, dessen anfängliche Gröfse durch $\frac{A}{L}$ ausgedrückt wird, vermindert. Nennt man den Theil von der dem Strome entsprechenden elektrischen Differenz der Erregungsstelle, welcher nach einer bestimmten Zeit in Spannung verwandelt worden ist, x , so wird der nach Ver-

lauf dieser Zeit noch bestehende Strom durch $\frac{A-x}{L}$,
 und die elektrische Differenz der Erregungsstelle durch
 $a-x-\frac{(A-x)\omega}{L}$ ausgedrückt, wenn nämlich voraus-

gesetzt wird, daß nur an dieser einzigen Stelle der
 Kette eine Ladung vor sich geht. Bei dieser Formel
 muß man sich jedoch erinnern, daß A und x immer
 entgegengesetzte Zeichen haben müssen, d. h. wenn A
 negativ seyn soll, so muß x das positive Vorzeichen
 haben. Diese Bemerkung fällt jedoch weg, wenn man
 bei der Bestimmung der Spannungen und Differenzen im-
 mer in einer Richtung fortgeht, so daß A positiv wird. In
 dem Maasse als x mehr und mehr wächst, wird die Quan-
 tität $\frac{(A-x)\omega}{L}$ immer kleiner, und sie verschwindet,

sobald $x=A$ wird. Diefes ist auch das größt mögliche
 Maximum der Ladung, denn sobald $\frac{A-x}{L}$ oder der

Strom verschwindet, hört die Ursache der Ladung auf.
 Ich will dies mit einem Beispiel erläutern. In dem oben
 angeführten Versuch 3 ist die Spannung zwischen dem
 Zink und dem Kupfer gleich 10, die Spannung zwischen
 dem Kupfer und dem Zwischenleiter gleich Null, und
 die Spannung zwischen dem Zwischenleiter und dem Zink
 gleich 2, mithin hat man hier $a=0$ und $A=12$. Die-
 sem zufolge wird die elektrische Differenz der Berüh-
 rungsstelle des Kupfers und des Zwischenleiters, nach-
 dem die Wirkung der Ladung merkbar geworden

$$=-x-\frac{(12-x)\omega}{L},$$

und für das Maximum der Ladung, wenn der Strom auf-
 hört $=-12-\frac{(12-12)\omega}{L}=-12$. Diese Differenz

ist zugleich Spannung, wie auch der Condensator nach-
 gewiesen hat. Nennt man die elektrische Differenz der

Erregungsstelle, wo die Ladung vor sich geht, D' , so wird $D' = a - x - \frac{(A-x)\varpi}{L}$ woraus $x = \frac{(a-D')L - A\varpi}{L - \varpi}$.

Weil a , A , L , ϖ bekannte Größen sind und D' mit Hülfe des Condensators bestimmt werden kann, läßt sich die Größe der Gegenspannung, die bei einem gewissen Zeitpunkte der Wirkungsabnahme der Kette stattfindet, nach dieser Formel berechnen. Bisher ist nur der Fall in Betrachtung gezogen, in welchem die Ladung nur an einer einzigen Erregungsstelle stattfindet; nach dem Vorhergehenden kann man sich jedoch leicht den Proceß vorstellen, wenn zwei oder sogar mehrere Erregungsstellen zugleich Ladung annehmen. Nennt man den an einer zweiten Erregungsstelle stattfindenden Leitungswiderstand ϖ' und die daselbst stattfindende Spannung a' , so wird die dem Strome entsprechende elektrische Differenz dieser Stelle, im Anfange der Schließung gleich $-\frac{A}{L}\varpi'$ und die Totaldifferenz gleich $a' - \frac{A}{L}\varpi'$. Die anfängliche elektromotorische Kraft der Kette A , wird hier auf eine doppelte Weise geschwächt, nämlich erstens durch den Zuwachs von x und zweitens durch den Zuwachs einer zweiten veränderlichen Größe x' , die die an der zweiten Erregungsstelle durch den Strom hervorgerufene Spannung vorstellt. Man hat daher für die erste Erregungsstelle, den allgemeinen Ausdruck der elektrischen Differenz $a - x - \frac{(A-x-x')\varpi}{L}$, und für die zweite gleichzeitig $a' - x - \frac{(A-x-x')\varpi'}{L}$. Hier wird das mögliche Maximum der Ladung durch $A - x - x' = 0$ gegeben. So weit geht es jedoch fast niemals, denn das Bemühen der erregenden Oberflächen, in den normalen elektromotorischen Zustand zurückzukehren, setzt dem Ladungsprocesse gewisse Grenzen.

Wird die Größe des in jedem Augenblicke erzeugten

ten Zuwachses von x und x' , bei übrigens gleichen Umständen, d. h. wenn nicht eine ungleiche Empfänglichkeit für die Ladung obwaltet, sich nach der Gröfse des Ueberschusses der elektrischen Differenz der Erregungsstelle über die Differenz, welche Spannung ist, d. h. sich nach der Gröfse von $\frac{(A-x-x')\omega}{L}$ und $\frac{(A-x-x')\omega'}{L}$

richtet, und diese Gröfsen denen ω und ω' proportional sind, so ist klar, dafs die Ladung im Allgemeinen mehr die Erregungsstellen treffen mufs, deren Leitungswiderstand gröfser ist. Der Erfahrung gemäß entsteht die Gegenspannung bei den meisten Flüssigkeiten an der Oberfläche des negativen Metalls; nur wenige Fälle sind bekannt, in welchen ein entgegengesetztes Verhältnifs eintritt. Es ist daher von Gewicht, um die Richtigkeit der hier aufgestellten Ladungstheorie zu prüfen, den gröfseren Leitungswiderstand derjenigen Erregungsstelle, wo die Ladung vor sich geht, auf experimentellem Wege nachweisen zu können. Versuche aber dieser Art sind mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden; denn die beim Schliesen der Kette sogleich eintretende Ladung verhindert die Magnetnadel einen festen Stand zu nehmen. Ich entschlofs mich daher nur die erste Ablenkung zu beobachten, weil durch eine augenblickliche Schließung keine bemerkbare Wirkungsabnahme erfolgt. Zwar verstattet dieses Verfahren seiner Natur nach kein so genaues Maafs, wie das von Fechner gebrauchte; es hat jedoch wenigstens den Vortheil, sich auf die allererste Wirkungsperiode der Kette zu beziehen, indem nur so viel Zeit in Anspruch genommen wird, als zur Vollbringung einer einzigen Oscillation nöthig ist. Die Versuche wurden auf die Weise angestellt, dafs mit einem erregenden Zink-Kupferpaare erstens ein Zinkpaar und zweitens ein diesem ganz gleiches Kupferpaar, die in die Flüssigkeit gleich tief hineinreichten, verbunden wurden. Da hier in beiden Fällen, sowohl die elektromotori-

schen Kräfte, als die Dimensionen der erregenden Oberflächen und die der Flüssigkeit gleich sind, so kann der Unterschied der Angaben der Nadel nur von dem, dem Metalle und der Flüssigkeit eigenthümlichen Widerstande des Ueberganges herrühren. Als erregendes Paar wurden zwei Zink-Kupferplatten, die in diluirter Schwefelsäure gleich tief eintauchten, und einen ziemlich constanten Strom von 86° erzeugten, angewandt. Um einigermaßen constante Resultate erhalten zu können, fand ich in einigen Fällen nöthig, die unwirksamen Paare einige, jedoch kürzere, Zeit mit der Flüssigkeit in Berührung stehen zu lassen, ehe die Schließung vorgenommen wurde. Bei Anwendung von verschiedenen Flüssigkeiten waren die Ablenkungen der Nadel folgende:

Flüssigkeit.	Zinkpaar.	Kupferpaar.
Destillirtes Wasser	$4 \frac{1}{2}^{\circ}$	4°
Brunnenwasser	10	$6 \frac{1}{2}$
Sehr verdünnte Schwefelsäure	109	77
Concentrirte Schwefelsäure	62	69
Sehr verdünnte Salzsäure	158	90
Sehr verdünnte Salpetersäure	169	69
Kochsalzlösung	72	58
Schwefelsaure Talkerde	60	48
Salpeterlösung	55	50
Schwefelsaures Zinkoxyd	115	45
Kohlensaures Kali	6	20
Kaustisches Kali	168	95
Kaustisches Ammoniak	62	55
Schwefelleberauflösung	71	151.

Das Resultat dieser Versuche überraschte mich; denn die Ablenkung der Nadel ist immer kleiner beim Kupferpaare ¹⁾, wenn man nur drei Fälle, in welchen con-

1) Fechner, der besonders den eigenthümlichen, an der Gränze der festen und flüssigen Theile einer galvanischen Kette stattfindenden Leitungswiderstand untersucht hat, stellt den Satz auf, daß dieser

centrirte Schwefelsäure, Kohlensaures Kali und Schwefelleberlösung angewandt werden, ausnimmt. Es ist aber oben gezeigt worden, daß gerade bei diesen Flüssigkeiten die Gegenspannung an der Oberfläche des Zinks hervortritt. Bei Wiederholungen derselben Versuche wurde nur die wesentliche Ungleichheit bemerkt, daß der Uebergangswiderstand einige Male in Brunnenwasser größer war bei dem Zink- als bei dem Kupferpaare. Der Unterschied der Uebergangswiderstände bei Zink und Kupfer in Schwefelleberlösung fand ich jetzt noch größer, als angegeben worden ist. Es muß bemerkt werden, daß der große Widerstand beim Zinkpaare in kohlensaurem Kali erst nachdem die Berührung eine Weile gedauert hat entsteht. Wendet man ganz neue Zinkplatten an, und schließt die Kette gleich nach dem Eintauchen, kann sogar der Fall eintreten, daß der Widerstand kleiner wird als beim Kupfer. So sehr auch

Widerstand in einer gegebenen Flüssigkeit zu Anfange der Schließung ganz gleich sey für Zink- und für Kupferzwischenbogen, die in den Kreis mit eingenommen werden (Maafsbestimmungen über die galvanische Kette, S. 237 und 243). Ich kann diese auffallende Verschiedenheit des Resultats der Versuche Fechner's und den meinigen nicht erklären. Mir scheint jedoch, daß in dem Falle, daß man einen solchen Widerstand, wovon hier die Rede ist, als an sich existirend annimmt, sich kaum denken lasse, daß dieser Widerstand durch verschiedene Umstände, z. B. die Adhäsion, die chemische Reaction der Oberflächen auf einander u. s. w. nicht modificirt werde. Der Einfluß des chemischen Angriffs der Metalle von der Flüssigkeit zur Verminderung des Uebergangswiderstandes, läßt sich auf eine interessante Weise beim Zwischenbogen von Zink in concentrirter Schwefelsäure nachweisen. Schließt man hier die Kette in dem Augenblicke, da die Zinkplatten in die Säure eingetaucht werden, da eine starke Gasentwicklung stattfindet, so ist die Ablenkung der Nadel viel stärker, als wenn man mit der Schließung so lange wartet, bis der chemische Proceß aufgehört hat. Eben so scheint in Schwefelleberlösung der viel kleinere Uebergangswiderstand bei Kupfer- als bei Zinkbogen der heftigen chemischen Reaction, welcher zufolge die Kupferfläche augenblicklich geschwärzt wird, beigemessen werden zu müssen.

das Resultat dieser Versuche sich der oben mitgetheilten Theorie der Ladung anzupassen scheint, so muß man sich doch hüten, den hier entdeckten besonderen, einem gewissen Metalle und einer gewissen Flüssigkeit zukommenden Uebergangswiderstand, als den einzigen Grund des polarischen Hervortretens der Ladung anzunehmen. Unter dem Einflusse des Stromes, während der Schließung der Kette, verändert sich, wie Fechner gezeigt hat, der Uebergangswiderstand, und zwar mehr bei der einen als bei der andern Metallfläche. Ich werde bald zu diesem Gegenstande zurückkehren.

Im Zusammenhange mit dem eben Angeführten will ich das Verhalten der Thermoketten in Bezug auf die Ladung betrachten. Es ist eine Thatsache, daß bei dieser Art galvanischer Ketten gar keine Spur eines Wogens der Kraft bemerkt wird. Die Ursache hiervon liegt unwidersprechlich darin, daß an der Berührungsstelle zweier ungleichen Metalle, wenn sie nämlich durch Löthung mit einander vereinigt sind, kein solcher Uebergangswiderstand, wie an der Gränze eines festen und flüssigen Körpers stattfindet, d. h. ein Metalldraht, der aus verschiedenen, durch Löthung mit einander verbundenen, heterogenen Stücken zusammengesetzt ist, leistet dem elektrischen Strome keinen größeren Widerstand als ein homogener, dessen Leitungswiderstand der Summe der Leitungswiderstände der verschiedenartigen Theile des heterogenen Drahts gleich ist. Weil also bei den Thermoketten der Uebergangswiderstand Null ist, wird auch die elektrische Differenz $-\frac{A}{L}$ \approx unmerklich, und diesem zufolge kann die ursprüngliche Spannung der Metalle durch den Strom weder vermehrt noch vermindert werden. Hier verbleibt daher die elektromotorische Kraft, und folglich auch der Strom, bei übrigens gleichen Umständen, sich stets gleich.

Es ist schon längst die Erfahrung gemacht worden,

dafs eine Vermehrung der Oberfläche des negativen Metalls die Wirkung einer galvanischen Kette bedeutend verstärke. Diesem zufolge hat man es auch vortheilhaft gefunden, bei den Trogapparaten die Zinkplatte mit einer doppelten Kupferplatte zu umgeben. Fechner hat später gezeigt, dafs der Vorzug einer Vermehrung der Kupferoberfläche vor einer Vermehrung der Zinkoberfläche nur darauf beruhe, dafs die Wirkungsabnahme im ersten Falle weniger schnell erfolgt, als in dem zweiten ¹⁾). Der Zusammenhang dieser Thatsache mit den Ladungserscheinungen läfst sich auch unmittelbar nachweisen; denn wendet man bei einer galvanischen Kette concentrirte Schwefelsäure, kohlensaures Kali oder Schwefelberauflösung an, so wird man finden, dafs nur eine Vergrößerung der Oberfläche des positiven Metalls die Wirkung der Kette verstärkt. Der Grund des Angeführten fällt sogleich in die Augen. Betrachtet man den

Ausdruck des Uebergangswiderstandes $\frac{0}{0} \cdot \frac{1}{\omega}$, so erhellt,

dafs diese Gröfse kleiner werde in dem Maafse ω oder die Gröfse der erregenden Metallfläche einen Zuwachs erhält. Wie aber schon gezeigt worden, beruht die Gröfse der Ladung auf der Gröfse des Uebergangswiderstandes, und jene wird daher verzögert, wenn die Oberfläche des Metalls, auf welchem sie hervortritt, vergrößert wird. Es versteht sich jedoch von selbst, dafs der Widerstand des Uebergangs dem Gesamtleitungswiderstande der Kette L nicht zu nahe kommen darf,

denn sonst würde die Quantität $\frac{A}{L} \omega$, auf welcher die Ladung eigentlich beruht, bei der ersten Vermehrung der Oberfläche wenig verändert werden.

Unmittelbar an das Vorhergehende schließt sich die Erklärung über die Hemmung der Wirkung einer galvanischen Kette durch interpolirte Metallplatten. Jäger

1) Maafsbestimmungen über die galvanische Kette, S. 90.

hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß eine Säule von Zink- und Goldplatten chemisch unwirksam wird, wenn man die Continuität des feuchten Zwischenleiters durch ein am Rande trocknes Goldstück unterbricht ¹⁾. Denselben Effect bringt auch Silber und Kupfer, nur weniger auffallend, hervor, dagegen wird die Wirkung durch eingeschaltete Zinkplatten in viel geringerem Grade geschwächt. Dieser merkwürdige Versuch, welcher nachher von Davy, De la Rive, Pfaff, Faraday und Andere bestätigt und verschiedentlich abgeändert worden ist, beruht, wie man leicht findet, hauptsächlich auf einer Ladung, die an den Oberflächen der Zwischenplatten durch den Strom hervorgebracht wird. Ich habe, um diess zu beweisen, eine Reihe unwirksamer, d. h. nur aus einerlei Metall gebildeten, Paare nach Art eines Becherapparats mit nur einem einzigen wirksamen verbunden. Auf diese Weise hörte der Strom, bei der Anwendung von Kupfer- oder Zinkpaaren, in sehr kurzer Zeit fast gänzlich auf. Daß diese große Schwächung der Wirkung, diejenige ungerechnet, welche nur eine Folge des vermehrten Leitungswiderstandes war, von hervorgerufenen Gegenspannungen herrührte, wurde dadurch klar, daß Bewegungen an der Oberfläche der homogenen Paare die Magnetnadel zum Steigen brachten. Ich überzeugte mich, daß die Ladung sich hier zwischen den homogenen Paaren gleichförmig theilte, und diesem zufolge wurde auch die Ladung eines einzelnen Paares um so geringer, je mehr Paare hineingebracht wurden. Bei diesen Versuchen, mit einer Zusammenstellung wirksamer und unwirksamer Paare, wurde der sonderbare Umstand bemerkt, daß die Ladung auch bei einem homogenen Paare mehr auf der einen als auf der andern Platte hervortritt. Bei verschiedenen neutralen Auflösungen, die ich angewandt habe, z. B. Auflösungen von Glaubersalz, schwefelsaurer Bittererde, wurde nur die Metallfläche ge-

1) Gilbert's Annalen der Physik, Bd. XXIX S. 77.

laden, in welche der Strom einging, also die negative; bei einer Lösung von kohlenisaurem Kali dagegen trat die Ladung an der positiven Metallfläche hervor. Die Neigung nach einem gewissen Pole zu, zeigt sich sogar auch, jedoch weniger deutlich, bei der Ladung eines heterogenen Paares, das man in umgekehrter Ordnung mit in den Kreis bringt. Diese, mit dem unipolaren Verhalten der Leiter im innigsten Zusammenhange stehenden, Erscheinungen sind schon von Ohm, besonders bei der concentrirten Schwefelsäure bemerkt ¹⁾. Sie scheinen offenbar auf einen durch den Strom selbst, während der Schließung der Kette, herbeigeführten grösseren Widerstand des Ueberganges hinzudeuten. Dieser Widerstand giebt sich bei gewissen Flüssigkeiten, z. B. schwefelsaurem Natron, schwefelsaurer Bittererde, die man positiv unipolar nennen kann, an denjenigen Platten zu erkennen, in welche der Strom eingeht, und bei anderen, z. B. concentrirter Schwefelsäure, kohlenisaurem Kali, denen die negative Unipolarität zukommt, an denjenigen Platten, von denen der Strom ausgeht. Fechner hat diese Zunahme des Uebergangswiderstandes während der Schließung der Kette nachgewiesen, fand aber stets, weil er sich bei den Versuchen nur der positiv unipolaren Flüssigkeiten bediente, dafs sie an den negativen Platten hervortrat ²⁾. Es ist auffallend, dafs gerade bei den negativ unipolaren Flüssigkeiten, nämlich bei der concentrirten Schwefelsäure und dem kohlenisauren Kali, der eigenthümliche Uebergangswiderstand grösser bei dem Zink als bei dem Kupfer wurde. Ich kann den Zusammenhang beider Erscheinungen nicht einsehen; dafs aber beide Umstände bei dem Hervortreten der Ladung mitwirken, läfst sich auf folgende Art beweisen. Man bringe in

1) Versuche zu einer näheren Bestimmung der Natur unipolarer Leiter. Jahrbuch der Chemie und Physik, Bd. XXX S. 42.

2) Maafsbestimmungen über die galvanische Kette, S. 238.

den Kreis einiger erregenden Paare nach einander ein homogenes Paar, ein Zink-Kupferpaar und ein Zink-Platinpaar, beide letzteren in umgekehrter Ordnung, hinein, die man alle in kohlensaure Kalialösung eintauchen läßt. Bei dem ersten Paar tritt die Ladung, wie bemerkt worden, nur auf der positiven Platte hervor, bei dem Zink-Kupferpaare theilt sich die Ladung zwischen beiden Platten ungefähr gleich, und bei dem Zink-Platinpaare wird nur die Berührungsstelle des Platins und der Flüssigkeit geladen. Es ist leicht zu finden, daß der eigenthümliche Uebergangswiderstand dem durch den Strom hervorgebrachten Uebergangswiderstande entgegenwirkt, und zuletzt wird das Hervortreten der Ladung nur durch jenen bestimmt. Ich gestehe jedoch, daß ich über diesen Punkt nicht ganz im Reinen bin. Ich habe nicht Zeit gehabt die Untersuchung nach dieser Richtung gehörig fortzusetzen. Bei der S. 479 gegebenen Formel für die elektrische Differenz einer Erregungsstelle während der Ladung ist der Uebergangswiderstand als constant angenommen. Läßt man ihn variiren, und nennt die Größe, womit er nach einer gewissen Zeit vermehrt worden ist, γ , so wird die elektrische Differenz der Erregungsstelle, auf welche die Ladung auftritt durch

$$a - x - \frac{(A - x)(w + \gamma)}{L + \gamma}$$

ausgedrückt.

Die Betrachtung einer Reihe wirksamer und unwirksamer Kettenpaare, die mit einander zu einem Ganzen vereinigt sind, führt zur Kenntniß der sogenannten *Ladungssäule* oder *secundären Säule* Ritter's. Aus dem Vorhergehenden erhellt, daß jedes einzelne homogene Kettenpaar geladen wird, und zufolge der Gegenspannung einen entgegengesetzten Strom erzeugt, wenn es aus dem Kreise genommen und für sich geschlossen wird. Bei der Zusammenstellung einer gewissen Anzahl solcher Paare summiren sich die einzelnen Gegenspannungen und

eine elektrische Säule entsteht, die alle Eigenschaften einer auf gewöhnliche Weise aufgebauten hat, d. h. sie bringt sowohl die elektrischen, als chemischen, elektromagnetischen und physiologischen Wirkungen hervor. Je geringer die Wirkungsabnahme der ladenden Säule während der Ladung ist, desto größer wird die Ladung der secundären Säule; denn desto größer wird auch die Summe der Gegenspannungen, die nur in dieser hervorgerufen werden. Je größer die Anzahl der Paare in der secundären Säule ist, desto mehr nähert sich ebenfalls ihre elektromotorische Kraft der der ladenden Säule; denn bei vermehrter Anzahl geht die Ladung eines einzelnen Paares nicht so weit, und folglich wird die Kraft, welche der Ladung entgegenwirkt, geringer. Wird die Ladungssäule nach der Ladung sich selbst überlassen, so verschwindet die Wirkung ziemlich schnell und zwar auf eine doppelte Weise. Der erste Grund der Wirkungsabnahme liegt darin, daß die geladenen Erregungsstellen in den normalen Zustand zurückzukehren streben, und diesem zufolge nimmt die elektromotorische Kraft der geladenen Säule, selbst wenn sie offen ist, mehr und mehr ab. Ein zweiter Umstand kommt nur in dem geschlossenen Zustande der Säule in Betrachtung. So wie nämlich der Strom zu wirken anfängt, werden an den, wegen des unipolaren Verhältnisses der Zwischenleiter, zuvor nicht geladenen Erregungsstellen neue Spannungen erzeugt, die den vorigen entgegenwirken und die elektromotorische Kraft aufheben. Diese letztere Art der Wirkungsabnahme hat also die secundäre mit der gewöhnlichen Säule gemein. Die Erfahrung zeigt, daß die negativen Metalle, z. B. Silber und Kupfer, zur Construction der Ladungssäulen weit tauglicher sind als die mehr positiven, wie das Zink. Diefs scheint, wenigstens zum Theil, darin seinen Grund zu haben, daß der Widerstand des Ueberganges, auf welchem die Ladung beruht, bei dem Kupfer und Silber gewöhnlich größer ist,

als beim Zink. Das bisher über das Verhalten der secundären Säulen Angeführte läßt sich leicht aus der in dem Vorhergehenden entwickelnden Ladungstheorie ableiten; aber es giebt einen anderen Umstand, dessen Erklärung mehr Schwierigkeit macht. Nachdem die secundäre Säule geladen worden ist, sollte man wohl erwarten, daß die hervorgebrachten Gegenspannungen durch Zergliederung der Säule, Abtrocknen der Platten und Hineinbringen neuer Lappen gänzlich zerstört werden sollten. Diefs ist jedoch nicht der Fall, wie genaue Versuche, besonders von Ritter und Marianini, außer Zweifel gesetzt haben. Die Wirkung der Säule wird dadurch zwar geschwächt, aber keinesweges zerstört. Diese Schwierigkeit wird jedoch durch folgende Betrachtung aufgehoben. Es erhellt, daß die durch den Strom hervorgebrachte Veränderung der Spannung zwischen einem starren und einem flüssigen Körper entweder in einem veränderten elektromotorischen Zustande der Oberfläche des *starren* oder des *flüssigen* Körpers, oder in beiden Umständen seinen Grund haben muß. Im ersten Falle tritt die veränderte Spannung nicht nur zwischen dem starren Körper und die Theile des flüssigen, die er während der Ladung berührte, sondern auch in gleichem Grade zwischen dem starren Körper und anderen Theilen desselben flüssigen Körpers hervor. Im zweiten Falle ist es gleichgültig, ob der flüssige Körper die eine oder die andere Oberfläche des starren Körpers oder selbst andere nur mit dem vorigen gleichartige starre Körper berührt. Im dritten Falle ist die Spannung, wenn man die eine von den berührenden Oberflächen gegen eine andere, aber gleichartige austauscht, zwar abnorm, jedoch in geringerem Grade als vorher. Aus dem Versuch 4 geht hervor, daß in dem Falle, daß der Zwischenleiter so trocken angewandt wird, daß keine chemische Action stattfinden kann, nur der elektromotorische Zustand der Oberfläche der Zwischenplatte verändert wird. Dieser

veränderte elektromotorische Zustand gab sich auch zu erkennen, wenn die Oberfläche des Zwischenleiters mit einer anderen Kupferplatte, und selbst, jedoch in geringerem Grade, wenn sie mit anderen Metallen, wie Silber, Messing, Zink, in Berührung gesetzt wurde. Hieraus ist leicht einzusehen, daß, wenn man eine Anzahl solcher trocknen galvanischen Paare mit homogenen Metallplatten nach Art einer Säule über einander schichtet und der Ladung unterwirft, die Metallplatten nachher trennt und die Papierscheiben zwischen andere, dem vorigen ähnliche, Platten legt, eine neue Säule entsteht, deren Wirkung der der vorigen nur in so weit nachgiebt, als die Ladung durch die bei dieser Arbeit nöthige Zeit verloren gegangen ist. Die für die trocknen Ketten geltende Regel, daß der durch den Strom veränderte elektromotorische Zustand nur den Zwischenleiter trifft, findet nicht ganz ihre Anwendung bei den nassen Ketten. Die Erfahrung zeigt, daß hier nicht nur der elektromotorische Zustand der Flüssigkeit, sondern auch in gewissem Grade der der Metalle verändert wird. Es ist leicht sich davon zu überzeugen, wenn man eine Zink- und eine Kupferplatte in eine Flüssigkeit taucht, und die Kette eine Weile geschlossen hält. Nimmt man nachher die Kupferplatte aus der Flüssigkeit heraus, trocknet sie sorgfältig und bringt sie nebst einer neuen Kupferplatte wieder in die Flüssigkeit, und schließt die Kette durch den Multiplicator, so entsteht ein entgegengesetzter Strom, zum Beweise, daß die Gegenspannung, die zwischen dem Kupfer und der Flüssigkeit hervorgebracht war, noch mit neuen Theilen der Flüssigkeit in gewissem Grade stattfindet. Hierin liegt also der Grund, daß die gewöhnliche Ladungssäule durch Austrocknen der Platten und Einschalten neuer Tuchlappen noch etwas von ihrer vorigen Wirksamkeit behält.

Zuletzt will ich noch die Frage zu beantworten suchen, warum gerade an der Stelle der Berührung der

festen und flüssigen Theile der Kette Spannungen während der Einwirkung des Stromes entstehen, die die Summe aller übrigen zwischen den gleichartigen Theilen der Kette hervorgebrachten Spannungen um Vieles übertreffen. Der erste Umstand, welchen man hier in Betracht ziehen muß, ist die Beweglichkeit der Spannungen jener Erregungsstellen selbst. Es ist bekannt, daß die Spannungen zwischen starren und flüssigen Körpern mit Genauigkeit schwer zu bestimmen sind, aus dem Grunde, daß sie leicht unter den Versuchen selbst verändert werden, oder wenigstens zu verschiedenen Zeiten verschieden sind. Beispiele dieser Art sind in Menge vorhanden, und hierzu kann man alle die, besonders von Fechner, untersuchten, zu den Ladungserscheinungen gar nicht gehörigen, Umkehrungen der Richtung des Stromes bei Ketten, deren Metallplatten einander in der elektrischen Reihe nahe liegen, rechnen. Weil also die erwähnten Spannungen, ihrer Natur nach, sich als sehr veränderliche Größen verhalten, so ist es nicht zu bewundern, daß sie auch durch die Einwirkung des Stromes leicht verändert werden. Ein anderer wesentlicher Grund dieser großen Empfänglichkeit der erwähnten Erregungsstellen für die Ladung muß man ohne Widerrede in der eigenthümlichen Beschaffenheit des Leitungscoëfficienten suchen. Es ist oben geäußert worden, daß die Körper im Allgemeinen desto leichter Ladung annehmen, je schlechter sie leiten, d. h. wenn auch die übrigen Umstände und die durch den Strom hervorgebrachten elektrischen Differenzen gleich sind, so werden die schlechter leitenden Körper leichter geladen. Man ist aber genöthigt dem Leitungscoëfficienten der Stelle der Berührung eines starren und flüssigen Leiters einen Werth beizulegen, der, wenn auch nicht ganz Null, wenigstens so klein ist, daß er von dem Werthe des Leitungscoëfficienten der homogenen Theile der Kette fast unendlich übertroffen wird, woraus hervorgeht, daß die

Ladung diese Stelle in besonders hohem Grade treffen muß.

III. *Das Inductions-Inclinatorium;* *von Wilhelm Weber* ¹⁾.

Die Messung der Inclination der erdmagnetischen Kraft wird hauptsächlich durch zwei Umstände erschwert: 1) durch die Nothwendigkeit, die Magnetnadel während der Messung neu zu magnetisiren (ihre Pole umzukehren), wobei die Nadel sehr leicht irgend eine kleine Veränderung erleiden kann; 2) durch die Nothwendigkeit der verticalen Drehung, wo sich die Einflüsse der Schwere mit den magnetischen Kräften vereinigen und sehr schwer scheiden lassen. Wenn darum die Inclinations-Messungen nie diejenige Präcision erlangen werden, wie die Declinations- und Intensitäts-Messungen, so verdienen alle Mittel zur Inclinations-Messung um so mehr recht sorgfältig aufgesucht, geprüft und verglichen zu werden, um unter ihnen allen nach den Verhältnissen immer die besten zu wählen, und dem unerreichbaren Ziele wenigstens recht nahe zu kommen.

Insbesondere muß es von Interesse seyn, *ein* Mittel kennen zu lernen, welches frei ist von jenen beiden Haupthindernissen genauer Inclinations-Messungen, nämlich eine Methode, die Inclination der erdmagnetischen Kraft *ohne Umkehrung der Pole, mit einer nur in horizontaler Ebene drehbaren Bussole* zu messen. Die Beschreibung dieser in ihrer Art einzigen Methode ist der Gegenstand des gegenwärtigen Aufsatzes.

Die Inclinations-Messung ohne Umkehrung der Pole

- 1) Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins. Heft II S. 81.

mit einer nur in horizontaler Ebene drehbaren Bussole kann allein durch die Benutzung der *galvanischen* Kraft bewerkstelligt werden, die nach dem Inductionsgesetze vom Erdmagnetismus in einem bewegten galvanischen Leiter eben so, wie vom Stabmagnetismus hervorgebracht werden kann. Diese *Wirkung* des Erdmagnetismus kann, wenn sie genau beobachtet und gemessen wird, zur Erforschung der *Ursache*, d. i. zur Erforschung des Erdmagnetismus selbst dienen.

Die Induction eines galvanischen Stroms durch die erdmagnetische Kraft ist nun zwar an sich eben so leicht als durch Stabmagnete zu bewirken, aber sie ist so schwach, daß sie meist gar nicht beobachtet, geschweige genau gemessen werden kann. Auch Faraday scheint mehrere vergebliche Versuche gemacht zu haben, bis sie ihm, wie er sagt ¹⁾, zuletzt auf mehreren Wegen wirklich gelangen; alle von ihm beobachteten Wirkungen sind jedoch sehr schwach gewesen.

Es wird in der Folge in diesen Blättern von einem großen Apparate die Rede seyn, mit welchem es Hrn. Hofrath Gaufs gelungen ist, diese durch die Erde inducirten galvanischen Ströme so stark zu machen, daß sie mit dem Magnetometer ganz genau gemessen werden konnten. Die Resultate dieser Messungen haben zu den genauesten Bestimmungen des bisher noch gar nicht *gemessenen* Inductionsvermögens der magnetischen Kräfte geführt. Da diese neue, mit dem Magnetometer ausgeführte Untersuchung in der Folge ausführlich mitgetheilt werden wird, so möge hier nur bemerkt werden, daß, um diese Messungen mit dem Magnetometer recht scharf zu machen, nöthig war, zum Inductor und Multiplicator etwa 20000 Fufs überspannenen Kupferdrahts zu verwenden. Ohne dem würden genaue Messungen nicht möglich gewesen seyn.

Verzichtet man aber auf die feine Messung, welche

1) *Phil. Transact. f.* 1832, p. 165. (Ann. Bd. XXV S. 142.)

das Magnetometer gestattet, und begnügt sich mit einer gewöhnlichen Busssole, so läßt sich ein Apparat zu gleichem Zwecke so darstellen, daß der von der erdmagnetischen Kraft inducirte Strom eine Ablenkung hervorbringt, die viel größer ist, als diejenigen, welche man mit dem Magnetometer messen kann. Diese große Wirkung ergiebt sich aus einer merkwürdigen Vereinfachung, deren der Apparat durch Anwendung einer gewöhnlichen, auf einer Spitze sich drehenden Busssole fähig wird.

Diese Vereinfachung besteht darin, daß man nicht einen besonderen Ring als Inductor, um den galvanischen Strom hervorzubringen, und wieder einen besonderen Ring als Multiplikator gebraucht, um den im Inductor hervorgebrachten galvanischen Strom auf eine Magnetnadel wirken zu lassen, sondern einen und denselben Ring als *Inductor* und zugleich als *Multiplikator* dienen läßt. Von selbst ergiebt sich dann auch, daß dieser Ring noch zwei andere Dienste leistet, nämlich als *Commutator* und als *Dämpfer*. Wir wollen zuerst den Apparat betrachten, in wiefern er diese verschiedenen Dienste gleichzeitig leistet, *sodann* wird sich von selbst ergeben, wie der Apparat als Inclinatorium dienen und was er als solches leisten kann.

Der Mechanismus dieses neuen Instruments wird durch die Abbildung, Taf. VI Fig. 1, deutlich werden. Man sieht einen Kupferring mit horizontaler Axe versehen, die, auf Frictionsrollen liegend, durch Rad und Getriebe schnell gedreht werden kann. In diesem Ringe sieht man eine Busssole frei auf einer Spitze schweben, die von einem runden horizontalen Zapfen getragen wird, welcher durch den Kupferring geht und die Verlängerung der Drehungsaxe des Rings bildet. Der Kupferring dreht sich um diesen Zapfen, ohne ihn und die Spitze, auf welcher die Magnetnadel ruht, zu bewegen.

Stellt man dieses einfache Instrument so auf, daß die Drehungsaxe des Kupferrings horizontal ist, und mit

dem magnetischen Meridian zusammenfällt, so wird die im magnetischen Meridiane liegende magnetische Axe der Bussole auch in der Drehungsaxe des Kupferrings sich befinden. Wenn nun die magnetische Axe der Bussole in der Drehungsaxe des Kupferrings liegt, so kann der Nadelmagnetismus im Kupferringe keinen galvanischen Strom induciren. Eben so wenig kann die horizontale erdmagnetische Kraft einen Strom induciren, weil sie nach eben der Richtung wirkt. Wohl aber muß die verticale erdmagnetische Kraft einen galvanischen Strom in dem Kupferringe induciren, wenn er um eine horizontale Axe gedreht wird.

Betrachtet man also den Kupferring *zuerst* als Inductor, so hat man ihn bloß in seinen Beziehungen auf die *verticale* erdmagnetische Kraft zu untersuchen.

Denselben Kupferring kann man aber auch *zweitens* als einen Multiplicator betrachten, durch welchen der von der verticalen erdmagnetischen Kraft inducirte Strom hindurchgeht. Dieser die Bussole umgebende Multiplicator muß dann eine Ablenkung der Bussole bewirken. Der Kupferring behält zwar nicht während der ganzen Umdrehung die günstigste Stellung, die er als Multiplicator haben könnte; jedoch ergibt sich, daß er diese Stellung (als Multiplicator) gerade in den Augenblicken bei jeder Umdrehung hat, wo der von der verticalen erdmagnetischen Kraft inducirte Strom am stärksten ist, und die ungünstigste Stellung nur dann, wenn der inducirte Strom Null ist.

Drittens kann man denselben Kupferring auch noch, wegen seiner Drehung, als Commutator betrachten. Es ist nämlich bekannt, daß man, statt den galvanischen Strom im Multiplicator mit Hülfe eines Commutators umzukehren, mit gleichem Erfolge den Multiplicator selbst umdrehen kann, wo dann die Drehung des Multiplicators den Commutator ersetzt. Diefes ist bei unserem Kupferringe der Fall, der, als Inductor, herumgedreht werden

den muß, und dadurch, als Multiplicator, von selbst auch die Stelle des Commutators vertritt, und bewirkt, daß die von der verticalen erdmagnetischen Kraft abwechselnd positiv und negativ inducirten Ströme die Bussole immer nach derselben Seite ablenken.

Daß endlich *viertens* derselbe Kupferring auch als Dämpfer dient, bedarf keiner weiteren Erläuterung. Nur muß bemerkt werden, wie nützlich dieser Umstand für die Ausführung der Messung wird, weil durch die schnelle Dämpfung der Schwingungen die Bussole bei fortgesetzter Drehung des Inductors fast eben so ruhig und fest in ihrer abgelenkten Lage beharrt, wie sonst im magnetischen Meridiane, ungeachtet doch bei einem nicht ganz vollkommenen Mechanismus kleine Anstöße, welche die Nadel in Schwingung setzen müssen, nicht vermieden werden können.

Die Theorie dieses Instruments läßt sich nicht vollständig entwickeln, ohne mehrere Sätze zu Hülfe zu nehmen, welche Hr. Hofrath Gauss durch seine Untersuchungen über Galvanismus, Magnetismus und Induction gefunden hat, und in diesen Blättern mitzutheilen beabsichtigt. Inzwischen leuchtet so viel schon aus dem Gesagten ein, daß zwei Kräfte auf unsere Bussole wirken, die *eine* parallel mit dem magnetischen Meridiane (die Directionskraft), die *andere* senkrecht gegen den magnetischen Meridian (die ablenkende Kraft). Jene *Directionskraft* rührt vom horizontalen, diese *ablenkende Kraft* dagegen von dem verticalen Erdmagnetismus her, und die Tangente des Ablenkungswinkels muß daher dem Verhältnisse des verticalen und horizontalen Erdmagnetismus, d. i. der Tangente der gesuchten Neigung, *proportional* seyn. Die *horizontale* erdmagnetische Kraft wirkt *unmittelbar* auf die in horizontaler Ebene drehbare Nadel: sie ist es, durch welche die Nadel die Richtung des magnetischen Meridians zeigt. Die *verticale* erdmagnetische Kraft kann dagegen auf die bloß in hori-

zontaler Ebene drehbare Nadel nur *mittelbar* wirken, indem sie selbst zwar aufgehoben wird, durch Induction aber eine neue *horizontale*, auf den Meridian senkrechte Kraft erzeugt. Wäre diese *horizontale* Kraft jener verticalen, durch die sie entsteht, gleich, so würde die Tangente der Ablenkung, die sie der Declinationsnadel ertheilt, der Tangente der Neigung gleich seyn, welche jene Kraft der Inclinationsnadel ertheilt. Da aber in der That diese *horizontale* Kraft der verticalen, durch die sie entsteht, blofs *proportional* ist, so ist auch die Tangente der Ablenkung, die sie der Declinationsnadel ertheilt, der Tangente der Neigung, welche jene Kraft der Inclinationsnadel ertheilt, blofs *proportional*.

Der durch die verticale erdmagnetische Kraft in dem Kupferringe inducirte *galvanische Strom* ist:

- 1) der verticalen erdmagnetischen Kraft (T') direct,
- 2) der vom Ringe umschlossenen Kreisfläche ($\pi r r$) direct,
- 3) dem Cosinus des Winkels (φ) der Ringebene mit der Verticalen direct,
- 4) dem Drehungswinkel ($d\varphi$) direct,
- 5) dem Widerstande (ω) des Ringes umgekehrt proportional, und kann dem Producte:

$$\frac{T'}{\omega} \cdot \pi r r \cdot \cos \varphi \cdot d\varphi$$

gleich gesetzt werden, wenn man demgemäß das Maafs für alle galvanischen Ströme einzurichten sich vorbehält.

Die *ablenkende* Kraft, die ein solcher Strom auf eine im Mittelpunkte des Rings aufgestellte Bussole ausübt, ist:

- 1) dem Strome $\left(\frac{T'}{\omega} \cdot \pi r r \cdot \cos \varphi \cdot d\varphi \right)$ direct,
- 2) dem Nadelmagnetismus (M) direct,
- 3) der Ringperipherie ($2\pi r$) direct,
- 4) dem Cosinus des Winkels (φ) der Ringebene mit der Verticalen direct,

5) dem Quadrate des Ringhalbmessers (r) umgekehrt proportional, und kann dem Producte;

$$\frac{T'}{\omega} \cdot \pi r r \cdot \cos \varphi \cdot d\varphi \cdot \frac{2\pi r}{rr} \cdot M \cdot \cos \varphi$$

$$= \frac{2\pi\pi r}{\omega} \cdot M T' \cdot \cos^2 \varphi \cdot d\varphi$$

gleich gesetzt werden, wenn man demgemäße das Maafs des Widerstandes ω einzurichten sich vorbehält.

Hiernach erhält man die *ablenkende* Kraft durch eine halbe Umdrehung des Rings, wenn man:

$$\frac{2\pi\pi r}{\omega} \cdot M T' \cos^2 \varphi \cdot d\varphi$$

von $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ bis $\varphi = +\frac{\pi}{2}$ integrirt, d. i.:

$$\frac{2\pi\pi r}{\omega} \cdot M T' \cdot \frac{\pi}{2} = \frac{\pi^3 r}{\omega} \cdot M T'.$$

Die *ablenkende* Kraft durch n Umdrehungen (in 1 Secunde) folglich:

$$\frac{2n\pi^3 r}{\omega} \cdot M T'.$$

Die *Directionskraft*, d. i. die Kraft des horizontalen Erdmagnetismus auf die Busssole, ist dem horizontalen Erdmagnetismus (T) und dem Nadelmagnetismus (M) proportional, und nach bekannten Maafsen dem Producte

$$M T$$

gleich zu setzen.

Das Verhältniß der ablenkenden Kraft zur Directionskraft, oder die Tangente der Ablenkung (φ) ergiebt sich hiernach:

$$\text{tang } \varphi = \frac{2n\pi^3 r}{\omega} \cdot \frac{M T'}{M T},$$

oder:

$$\text{tang } \varphi = \frac{2n\pi^3 r}{\omega} \cdot \text{tang } i,$$

wo i die Inclination der erdmagnetischen Kraft, folglich

$\tan i$ das Verhältniß $\frac{T'}{T}$ des verticalen und horizontalen Erdmagnetismus bedeutet.

Hiernach ergibt sich die einfache Anwendung, die man von diesem Instrumente auf die Inclinationsmessung machen kann, wenn man sich auf relative Messungen beschränken will. Bezeichnet man nämlich die Werthe von φ an mehreren Orten mit φ' , φ'' etc. und die entsprechenden Werthe von i mit i' , i'' etc., und bedenkt, daß bei gleichem Gebrauche des Instruments und bei gleicher Temperatur ¹⁾ die Größen n , r , ω unverändert bleiben, so hat man:

$$\frac{\tan i'}{\tan \varphi'} = \frac{\tan i''}{\tan \varphi''} = \text{etc.}$$

Bezeichnet man den gemeinschaftlichen Werth dieser Brüche mit a , und ermittelt durch Vergleichung des mit unserem Instrumente gewonnenen Resultats mit dem Resultate einer genauen absoluten Inclinationsmessung den constanten Werth von a , so erhält man in der Folge immer die wahre Neigungstangente, sobald man nur die mit unserem Instrumente gefundene Ablenkungstangente mit jener Constanten multiplicirt, weil

$$\tan i = a \tan \varphi$$

ist.

Dieses Instrument ist besonders auf Reisen sehr zu empfehlen, wo man die Inclination bloß vergleichungsweise zu bestimmen braucht, weil eine absolute Messung doch weit besser zu Hause oder in einem zweckmäßig eingerichteten magnetischen Observatorium, als unterwegs, ausgeführt werden kann. Die ganze Messung reducirt sich mit unserem Instrumente bloß auf zweimalige Ablesung der Bussole, während der Inductor tactmäßig vorwärts und rückwärts gedreht wird. Der Unterschied

1) Mit der Temperatur würde sich der Leitungswiderstand des Kupfers oder ω etwas verändern.

beider Ablesungen giebt unmittelbar den Werth von $2v$, und also auch den Werth von $\tan v$.

Der Vorthail, den dieses Instrument vor allen anderen Inclinatorien dadurch hat, dafs keine Umkehrung der Pole nöthig, und kein Einflufs der Schwere, der erst durch Combination mehrerer Versuche eliminirt werden müfste, möglich ist, ist so grofs, und die Einfachheit und Bequemlichkeit der damit auszuführenden Messung so wichtig, dafs die Schwierigkeiten, welche eine recht vollkommene Ausführung des neuen Instruments hat, wohl überwunden zu werden verdienen. Verzichtet man aber auch vor der Hand noch auf grofse Vollkommenheit in der mechanischen Ausführung des Instruments, so kann doch das Beispiel desjenigen Instruments, womit die sogleich zur Erläuterung des Vorgetragenen zu beschreibenden Versuche gemacht worden sind, zum Beweise dienen, wie leicht nach dieser Methode Instrumente, die fast eben so genaue Resultate, als die meisten Inclinatorien, geben, darzustellen sind. Es wurde nämlich zur ersten Probe ein Instrument blofs aus vorhandenen Materialien (aus einer kleinen Bussole und einem Getriebe) zusammengesetzt und aus Kupferblech Ringe geschnitten, die, mit dem Getriebe verbunden, als Inductor dienen. Die Versuche mit diesem unvollkommenen Instrumente haben, wie wir sehen werden, unter einander eine Uebereinstimmung bis auf $\frac{1}{2}$ Grad bei einem zu messenden Unterschiede von 21 Grad ergeben, eine Genauigkeit, die ungefähr auch $\frac{1}{2}$ Grad in der Berechnung der absoluten Neigung entspricht. Wenn nun auch bei anderen Inclinatorien die unmittelbaren Ablesungen feiner sind, so kann man doch bei den meisten zweifeln ob das Endresultat genauer sey.

Versuche mit dem Inductions-Inclinatorium.

1) Dimensionen des kupfernen Inductors.

100 Millim. war der innere Durchmesser,

161 - - - der äußere Durchmesser des Kupferrings.

Der ganze Ring bestand aus 16 ringförmig ausgeschnittenen Kupferblechen, von denen die 8 ersten und 8 letzten dicht über einander lagen, diese aber von jenen durch einen 12 Millimeter weiten Zwischenraum geschieden waren. Die Dicke des ganzen Rings mit Einschluss des Zwischenraums betrug 34 Millimeter.

2) Getriebe zur Drehung des Inductors.

7 Umdrehungen der Kurbel entsprachen 40 Umdrehungen des Inductors.

3) Geschwindigkeit der Drehung.

Bei jedem Schlage des Secundenzählers wurde die Kurbel entweder $\frac{1}{2}$ oder 1 Mal herumgedreht, so, daß auf jeden Schlag $\frac{2^0}{7}$ oder $\frac{4^0}{7}$ Umdrehungen des Inductors kamen. Der Secundenzähler gab aber nicht genau Sekunden an, sondern 60 Schläge entsprachen 61,7 Sekunden, wornach also $\frac{600}{617} \cdot \frac{2^0}{7}$ oder $\frac{600}{617} \cdot \frac{4^0}{7}$ Umdrehungen des Inductors auf 1 Secunde, folglich 166,7 oder 333,4 Umdrehungen auf 1 Minute kamen. Diese Drehung wurde gleichförmig etwa 10 Minuten lang fortgesetzt. Während dieser Zeit stand die Bussole fast ganz still und konnte sehr gut beobachtet werden. Die kleinen Schwingungen, die sie machte, betrugen nie über 1 Grad (diese Ruhe der Nadel ist eine Wirkung des Kupferrings, der sie umgibt, und nach den Gesetzen des Rotationsmagnetismus ihre Schwingungen kräftig dämpft). Während dieser Zeit wurde der Stand der Nadel 12 Mal beobachtet und aus diesen 12 Beobachtungen das Mittel genommen. Darauf wurde der Inductor umgekehrt gedreht und der Stand der Nadel wieder eben so beobachtet. Die

Drehungsaxe des Inductors war bei allen Versuchen horizontal und dem magnetischen Meridiane parallel.

4) Ablesungen der Bussole.

Bei 166,7 Umdrehungen des Inductors in 1 Minute.

	Drehung vorwärts.	Drehung rückwärts.
Stand der Bussole	185° ,5	174° ,6
	185 ,8	174 ,3
	185 ,5	174 ,4
	185 ,7	174 ,2
	185 ,6	174 ,5
	185 ,4	174 ,0
	185 ,6	174 ,5
	185 ,5	174 ,3
	185 ,4	174 ,5
	185 ,9	174 ,2
	185 ,7	174 ,1
	185 ,4	174 ,2

Nimmt man aus allen diesen Beobachtungen das Mittel, so ergibt sich für die Drehung vorwärts und rückwärts ein Unterschied:

$$2\sigma = 11^{\circ},26.$$

Bei 333,4 Umdrehungen des Inductors in 1 Minute.

	Drehung vorwärts.	Drehung rückwärts.
Stand der Bussole	190° ,8	168° ,9
	190 ,6	169 ,4
	190 ,6	169 ,3
	190 ,9	169 ,0
	190 ,5	169 ,3
	190 ,8	168 ,9
	190 ,8	169 ,3
	190 ,4	168 ,8
	190 ,7	169 ,2
	190 ,4	169 ,2
	190 ,6	169 ,5
	191 ,0	169 ,1

Nimmt man aus allen diesen Beobachtungen das Mittel, so ergibt sich für die Drehung vorwärts und rückwärts ein Unterschied:

$$2\varpi = 21^{\circ},52.$$

Die Tangenten der einfachen Ausschläge φ und ϖ sollten der Umdrehungs - Geschwindigkeit proportional seyn, d. i. die Tangente von ϖ doppelt so groß, als die Tangente von φ , was auch nahe der Fall ist; denn:

$$\text{tang } \varphi = \text{tang } 5^{\circ},63 = 0,09858$$

$$\text{tang } \varpi = \text{tang } 10^{\circ},76 = 0,19003$$

den dritten Theil ihrer Summe kann man als den wahrscheinlichsten Werth der Tangente des Ausschlags bei 166,7 Umdrehungen in 1 Minute betrachten, d. i.:

$$\text{tang } \varphi = 0,09620.$$

Wenn nun in Göttingen die Neigung i bekannt ist (sie beträgt ungefähr $67^{\circ},50$), so ergibt sich:

$$a = \frac{\text{tang } i}{\text{tang } \varphi} = \frac{\text{tang } 67^{\circ} 50'}{0,0962} = 25,514.$$

Man findet daher die Neigung i' an jedem andern Orte oder zu jeder andern Zeit, wenn man daselbst oder dann bloß den Ausschlag $2\varphi'$ bei gleich schneller Drehung des Inductors mißt, nach der Gleichung:

$$\text{tang } i' = 25,514 \cdot \text{tang } \varphi'.$$

Zum Schlusse dieses Aufsatzes mögen noch zwei Bemerkungen stehen, die zwar für den Hauptzweck des Instruments, mit dem wir uns beschäftigt haben, von keiner Wichtigkeit sind, aber in anderen Beziehungen Interesse haben, nämlich: 1) über die Bedeutung des Constanten a ; 2) über die Einrichtung und den Gebrauch des Instruments, wenn man mit ihm allein *absolute* Inclinations-Messungen machen will.

Was das *Erstere* betrifft, die Bedeutung der Constanten a , so ergibt sich diese von selbst, wenn man die zwei Gleichungen mit einander vergleicht:

$$\text{tang } v = \frac{2n\pi^3 r}{\omega} \cdot \text{tang } i$$

$$\text{tang } i = a \cdot \text{tang } v$$

woraus hervorgeht, daß

$$a = \frac{\omega}{2n\pi^3 r}$$

ist, wo n und r durch Zählung und Messung bekannt gewordene Größen sind. Es geht daraus hervor, daß a eine Constante ist, welche von dem Widerstande ω abhängt, den der kupferne Inductor dem galvanischen Strome entgegensetzt. Diese Constante kann also *a priori* berechnet werden, wenn der Widerstand des Kupfers für galvanische Ströme aus anderen Versuchen genau bekannt geworden ist. Umgekehrt kann man aber, wenn der Widerstand des Kupfers für galvanische Ströme nicht genau bekannt ist, mit unserem Instrumente, wenn man eine absolute Inclinations-Messung zu Hülfe nimmt, ihn sehr leicht finden. Diese Anwendung des Instrumentes zur Auffindung des Widerstandes des Kupfers gegen galvanische Ströme gewährt für die Lehre vom Galvanismus besonderes Interesse, und wird in der Folge weiter untersucht werden.

Was das *Letztere* betrifft, nämlich die Einrichtung und den Gebrauch des Instruments, wenn man mit ihm allein *absolute* Inclinations-Messungen machen will, so bemerke man, daß das Taf. VI Fig. 2 abgebildete Instrument, mit welchem die eben beschriebenen Versuche gemacht worden sind, so eingerichtet ist, daß die Bussole aus der Mitte des Inductors herausgenommen, so dann der Inductor sammt dem ganzen Gestelle um 90° gedreht werden kann, so daß die Drehungsaxe, welche bisher horizontal war, vertical zu stehen kommt, und daß endlich dann die Bussole wieder auf denselben festen Zapfen so aufgestellt werden kann, daß sie wieder

in der Mitte des Inductors sich befindet und in horizontaler Ebene sich frei drehen kann.

Dreht man jetzt den Inductor um eine verticale Axe, so inducirt die horizontale erdmagnetische Kraft einen galvanischen Strom, eben so, wie früher, als der Inductor um eine horizontale Axe gedreht wurde, die verticale erdmagnetische Kraft den Strom inducirte. Die beiden Ströme sind nun den inducirenden Kräften proportional, und die Tangenten der von ihnen hervorgebrachten Ablenkungen der Bussole sind den ablenkenden Kräften oder jenen beiden Strömen proportional. Daher giebt das Verhältniß der Tangenten beider Ablenkungen das Verhältniß der verticalen und horizontalen erdmagnetischen Kraft oder die Tangente der gesuchten Inclination.

So einfach dieses Verfahren zu seyn scheint, die Inclination absolut zu messen, so ist es doch keiner unmittelbaren Anwendung fähig, weil bei der Drehung des Inductors um eine verticale Axe zwar durch die horizontale erdmagnetische Kraft ein galvanischer Strom inducirt wird, aber nicht durch sie allein, sondern zugleich auch durch die magnetische Kraft der Bussole (was bei der Drehung des Inductors um die horizontale Axe nicht der Fall war). Daher kommt es, daß bei Drehung des Inductors um eine verticale Axe die Bussole mehr abgelenkt wird, als in Folge der horizontalen erdmagnetischen Kraft allein geschehen würde, und es ist nöthig, den Antheil, den an dieser Ablenkung die inducirende magnetische Kraft der Bussole selbst hat, von dem zu scheiden, welcher die Wirkung der horizontalen erdmagnetischen Kraft ist. Zu dieser Scheidung ist aber noch ein Versuch nothwendig, nämlich mit einer zweiten Bussole von ähnlicher Form, deren magnetische Kraft aber von der der ersten sehr verschieden ist und in einem bekannten Verhältnisse steht. Es leuchtet dann von selbst ein, wie sich der von der Bussole und der von

der erdmagnetischen Kraft inducirte Strom scheiden und alsdann die absolute Inclination leicht berechnen lasse. Jedoch, muß man hinzufügen, verliert durch diese Complication der Versuche das Resultat an Schärfe, und die Methode den Vorzug der Einfachheit vor anderen Methoden, die Inclination zu messen, und es ist daher zu empfehlen, sich auf die zuerst beschriebene Anwendung des Instruments zu beschränken. Jedoch will ich zur Erläuterung der eben beschriebenen, mit unserem Instrumente auszuführenden absoluten Inclinations-Messung folgenden damit angestellten Versuch mittheilen. Ich wähle dazu denjenigen Versuch, welchen ein sehr geübter Beobachter, Hr. D. Peters aus Copenhagen, während seines Aufenthalts in Göttingen zu machen die Güte hatte. Auch die oben, S. 503, angeführten Versuche sind von ihm gemacht worden. — Die Drehungsaxe des Inductors war bei den folgenden Versuchen immer vertical, —

Ablesungen der Bussole.

Bei 166,7 Umdrehungen des Inductors in 1 Minute.

	Drehung vorwärts.	Drehung rückwärts.
Stand der Bussole	184° 4	175° 3
	184 ,6	175 ,5
	184 ,3	175 ,6
	184 ,5	175 ,5
	184 ,4	175 ,4
	184 ,2	175 ,2
	184 ,4	175 ,2
	184 ,4	175 ,5
	184 ,3	175 ,4
	184 ,3	175 ,6

Nimmt man aus allen diesen Beobachtungen das Mittel, so ergibt sich für die Drehung vorwärts und rückwärts ein Unterschied:

$$2u = 8^{\circ},96.$$

Bei 333,4 Umdrehungen des Inductors in 1 Minute.

	Drehung vorwärts.	Drehung rückwärts.
	188°,8	170°,7
	188°,5	171°,0
	188°,6	171°,1
	188°,7	170°,8
Stand	188°,4	171°,0
der	188°,6	171°,1
Busssole	188°,4	171°,0
	188°,7	170°,8
	188°,8	170°,9
	188°,5	170°,9
	188°,5	
	188°,4	

Nimmt man aus allen diesen Beobachtungen die Mittel, so ergibt sich für die Drehung vorwärts und rückwärts ein Unterschied:

$$2\omega = 17^\circ 65'.$$

Bei diesen Versuchen sind drei Drehungsmomente zu unterscheiden, welche auf die Busssole wirken:

1) das Drehungsmoment der erdmagnetischen Kraft, welches hier den Producten

$$MT \cdot \sin u, \quad MT \cdot \sin \omega$$

gleich ist, wenn M den Nadelmagnetismus, T den horizontalen Erdmagnetismus, u und ω die Ablenkungen vom magnetischen Meridian bezeichnen;

2) das Drehungsmoment des von der erdmagnetischen Kraft inducirten Stroms, welches ausser dem Erd- und Nadelmagnetismus, der Zahl der Umdrehungen und dem Cosinus der Ablenkung u oder ω proportional ist, und kurz bezeichnet werden kann mit:

$$\alpha MT \cdot \cos u, \quad 2\alpha MT \cdot \cos \omega;$$

3) das Drehungsmoment des von der Busssole selbst inducirten Stroms, welches dem Quadrate des Nadelmagnetismus und der Zahl der Umdrehungen proportional,

von der Größe der Ablenkung u oder ω aber unabhängig ist, und kurz bezeichnet werden kann mit:

$$\beta M M, 2\beta M M.$$

Das erste dieser Momente hält den beiden andern das Gleichgewicht, oder es ist, mit Weglassung des gemeinschaftlichen Factors M ,

nach dem *ersten* Versuche:

$$T \cdot \sin u = \alpha T \cdot \cos u + \beta M,$$

nach dem *zweiten* Versuche:

$$T \cdot \sin \omega = 2\alpha T \cdot \cos \omega + 2\beta M.$$

Darauf wurde der Magnetismus der Busssole vermindert, und zwar so, daß die Busssole, deren Schwingungsdauer bisher $1^{\text{sec}}, 136$ gewesen, 3 Secunden Schwingungsdauer erhielt; ihr Magnetismus war also in dem Verhältniß von $3^2 : 1,136^2$ vermindert worden, und betrug folglich:

$$\frac{1,136^2}{3^2} \cdot M = \frac{M}{6,974}.$$

Mit dieser schwachen Busssole wurde nun noch folgender Versuch gemacht:

Ablesungen der Bussole.

Bei 333,4 Umdrehungen des Inductors in 1 Minute.

	Drehung vorwärts.	Drehung rückwärts.
	185°,6	176°,2
Stand	185°,8	175°,4
der	185°,2	175°,4
Busssole	185°,8	175°,5
	185°,7	175°,5
	185°,8	

Nimmt man aus allen diesen Beobachtungen das Mittel, so ergibt sich für die Drehung vorwärts und rückwärts ein Unterschied:

$$2t = 10^{\circ} 20.$$

Es ergibt sich dann auf dieselbe Weise wie vorher:

$$T \cdot \sin t = 2\alpha T \cdot \cos t + 2\beta \cdot \frac{M}{6,974}.$$

Diese Gleichung mit den beiden früheren einzeln verglichen, giebt zwei Werthe von α , nämlich:

$$\alpha = \frac{1}{2} \cdot \frac{2 \sin u - 6,974 \sin t}{\cos u - 6,974 \cos t}$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sin \omega - 6,974 \sin t}{\cos \omega - 6,975 \cos t}$$

Setzt man darin für t , u und ω die Werthe:

$$5^\circ 10', 4^\circ 48', 8^\circ 825',$$

so hat man folgende zwei Werthe von α :

$$\alpha = 0,03897$$

$$\alpha = 0,03915.$$

Da der letztere von diesen beiden Werthen mehr Wahrscheinlichkeit hat, als der erstere (weil er aus dem Winkel ω abgeleitet ist, während jener aus dem Winkel u ; der Winkel ω aber, weil er fast doppelt so groß wie u , genauer hat gemessen werden können), so kann man etwa

$$0,03909$$

als den wahrscheinlichsten Werth von α betrachten. Bedenkt man nun, dass α den Werth angiebt, welchen $\tan u$ haben würde, wenn in unserem letzten Versuche bloß die horizontale erdmagnetische Kraft einen galvanischen Strom inducirt hätte, und dass sich folglich

$$\alpha : \tan v = T : T''$$

verhält, so ergibt sich hieraus:

$$\frac{T''}{T} = \tan i = \frac{\tan v}{\alpha}.$$

Nun ist oben der Werth von:

$$\tan v = 0,09620$$

und eben so der Werth von:

$$\alpha = 0,03909$$

gefunden worden; woraus folgt:

$$\operatorname{tang} i = \frac{\operatorname{tang} \varphi}{a} = \frac{0,09620}{0,03909} = 2,461$$

$$i = 67^{\circ} 53' 10''.$$

Hr. Prof. Forbes aus Edinburgh, welcher im vergangenen Sommer Göttingen besuchte, hat hier am 1. Julius mit einem sehr genauen Instrumente die Inclination zwei Mal gemessen, und das eine Mal $67^{\circ} 47' 0''$, das andere Mal $67^{\circ} 53' 30''$ gefunden. Vergleicht man diese Resultate mit demjenigen, was aus obigen, am 8. November desselben Jahres vom Hrn. Dr. Peters mit dem Inductions-Inclinatorium gemachten Versuchen hervorgeht, so ergibt sich (da die Aenderung der Inclination in den dazwischen verflossenen drei Monaten gewiss sehr klein ist) wenigstens so viel, daß der Fehler der mit dem Inductions-Inclinatorium gemachten Messung nur einen kleinen Theil eines Grads betragen könne. Dabei ist noch zu bedenken, daß jener von Hrn. Dr. Peters angestellte Versuch, der gar nicht in der Absicht, die absolute Inclination genau zu erfahren, sondern bloß zur Prüfung des Instruments angestellt wurde, nicht im Freien, wie die Versuche des Hrn. Prof. Forbes, sondern im physikalischen Cabinet, wo die benachbarten Gegenstände einigen Einfluß haben konnten, ausgeführt worden ist.

IV. *Magneto-elektrischer Apparat zur Hervorbringung inducirter Ströme gleicher Intensität in von einander vollkommen getrennten Drähten; von H. W. Dove.*

(Aus den Berichten der K. Preuß. Academie der Wissenschaften.)

Hr. Dove beschrieb einen magneto-elektrischen Apparat zur Hervorbringung inducirter Ströme gleicher Inten-

sität in von einander vollkommen getrennten Drähten, und theilte Versuche mit über die Anwendung einander compensirender Spiralen bei magneto-elektrischen Untersuchungen.

Eine hufeisenförmig gebogene cylindrische Stange weichen Eisens pp' (Taf. VI Fig. 3) ist an ihrer gekrümmten Mitte von einer, durch einen isolirenden Ueberzug von der Berührung mit derselben geschützten, Spirale dicken Kupferdrahts cd umwickelt. Auf die ebenfalls isolirend überzogenen geraden, einander parallelen Schenkel lassen sich zwei gerade cylindrische Spiralen ab und el desselben Drahtes aufschieben, in demselben Sinne als cd gewickelt, so dafs, wenn b mit c und d mit e verbunden ist, $abcdel$ eine stets in demselben Sinne fortlaufende Spirale bildet. Die Enden a, l dieser beiden Spiralen laufen auf der äufseren Seite der Schenkel in der Richtung dieser letzteren geradlinig fort, damit sie weder dem Ansetzen des Ankers an die Pole pp' im Wege sind, noch das Aufschieben der aus langem, dünnen Drahte gewickelten Spiralen $\alpha\beta$ und $\varepsilon\lambda$ auf die von dickem Drahte gewundenen Spiralen ab und el hindern.

Die Taf. VI Fig. 4 dargestellte Vorrichtung dient dazu, gleichzeitig zwei von einander vollkommen unabhängige Drähte zu öffnen, von denen der eine (die Inductionsspirale) ein in sich zurücklaufendes Ganze bildet, der andere (die magnetisirende Spirale) die Kupfer- und Zinkplatte einer galvanischen Kette metallisch verbindet. Auf einer, durch eine einfache Kurbel oder beschleunigt drehbaren Glasstange sind zwei Kupfercylinder aufgekittet, an deren nach Innen gewendeten Enden kreisförmige Kupferscheiben, an deren nach Aussen gewendeten Enden gezackte Räder so aufgelöthet sind, dafs, wenn in die vier darunter befindlichen Gefäße Quecksilber eingegossen wird, die Zacken beider Räder sich gleichzeitig herausheben, während die Scheiben fortwährend eingetaucht bleiben. Jede aus einem solchen

Rade

Rade und einer Scheibe bestehende, mit einem Blitzrade, einem Mutator, Unterbrecher etc. im Wesentlichen übereinkommende Vorrichtung mag *Disjuncctor* heißen. Die Verbindung eines derselben $\rho\sigma$ mit dem dünnen Draht geschieht durch Schraubenklemmen, die Verbindung der Enden des dicken Drahtes unter einander und derselben mit dem *Disjuncctor* rs vermittelt quer durchbohrter Quecksilbergefaße i , welche um den Draht drehbar sind, um in jeder Stellung des Elektromagneten angewendet werden zu können. Die Drähte $w w'$ enden in Handhaben, oder führen zu einem Voltameter, überhaupt zu der Vorrichtung, an welcher der Effect des inducirten Stromes untersucht werden soll. In dieser Form dient der Apparat dazu, die Wirkungen des inducirten und des sogenannten Gegenstromes neben einander zu erhalten, außerdem den Einfluß der Dicke des Drahtes, der Anwesenheit eines Eisenkernes, des Ansetzens des Ankers (welcher bei einem geradlinigen Elektromagnet hufeisenförmig seyn müßte) anschaulich zu machen.

Nennt man k die Kupferplatte, z die Zinkplatte der galvanischen Kette, s die Scheibe, r das Rad des *Disjuncctors*, so erhält man durch die Verbindung $kabcde\ell srz$ und $\rho\alpha\beta\epsilon\lambda\sigma$ die stärkste Wirkung. Bei dem Drehen erscheinen an dem einen Rade die Funken des Gegenstromes, an dem andern die des inducirten, jene, wenn die Räder gleich gestellt sind, in gleicher Intensität bei entgegengesetzter Drehung. Die Erschütterungen sind bei einem Elektromagnet, von 2 Centner Tragkraft und 2 Inductionsspiralen von 500' jede, kaum zu ertragen, werden aber durch Ansetzen des Ankers geschwächt und für das Gefühl daher stechender. Verbindet man hingegen die Spiralen alternirend ($\rho\alpha\beta\lambda\epsilon\sigma$), so hören Wasserversetzung, Erschütterung, Funken etc. vollkommen auf, da die Inductionsspiralen jetzt von gleichen, aber entgegengesetzt gerichteten Strömen durchflossen werden. Die Erscheinungen des Gegenstromes am andern *Disjuncctor*

rs bleiben unverändert. Diese alternirende Verbindung geschieht am einfachsten, wenn man den oben endigenden Draht β und ε geradlinig herunterführt, so daß die Enden α und β , eben so die Enden ε und λ dicht neben einander zu stehen kommen. Alle vorher betrachteten Erscheinungen hören ebenfalls auf, wenn die einander compensirenden Spiralen auf einem an dem Elektromagnet angesetzten Anker befindlich sind.

Verbindet man die magnetisirenden Spiralen alternirend (*kablesrz*), die Inductionsspiralen gleichartig ($\rho\alpha\beta\varepsilon\lambda\sigma$), so zeigt sich unter dem Einfluß entgegengesetzter Erregungen kein Strom. Verbindet man hingegen die magnetisirenden und Inductionsspiralen alternirend (*kablesrz* und $\rho\alpha\beta\lambda\varepsilon\sigma$), so treten lebhaftere Wirkungen hervor, welche sich bis zum Unmerklichen schwächen können, wenn man durch Herausziehen des Hufeisens den vielpoligen Elektromagnet entfernt. Ganz analog verhält sich der Gegenstrom bei der Verbindung *kαβλεσz*, wovon der Grund unmittelbar einleuchtet.

Folgende Combinationen zeigen den Einfluß der Dicke des Drahtes:

- 1) *ab* als magnetisirende Spirale $\alpha\beta$ oder $\lambda\varepsilon$ als Inductionsspirale. Im ersten Falle inducirende Wirkung der Spirale und des Eisenkerns, im letzteren nur des Eisenkerns. Zieht man den Eisenkern heraus, so erhält man nur die Wirkung der starken Spirale auf die des dünnen Drahts.
- 2) Durch gegenseitiges Vertauschen der lateinischen und griechischen Buchstaben erhält man die analogen Erscheinungen, wenn ein dünner Draht inducirend auf einen starken wirkt.
- 3) *ab* erregend *el* inducirt } zur Vergleich. d. inducirten
- 4) $\alpha\beta$ - $\varepsilon\lambda$ - } Stromes u. des Gegenstrom.
- 5) *abel* erregend $\alpha\beta\varepsilon\lambda$ inducirt
- 6) $\alpha\beta\varepsilon\lambda$ - *abel* -

Befinden sich an der Glasstange drei gleiche Disjuncto-

ren, von denen der dritte durch $\rho' \sigma'$ bezeichnet werde, so dient der Apparat dazu, Ströme gleicher Intensität in von einander unabhängigen Drähten hervorzubringen. Hat man nämlich zwei Spiralen dünnen Drahtes $\alpha\beta$ und $\varepsilon\lambda$ so gewickelt, daß sie alternirend zu dem Schema $\alpha\beta\lambda\varepsilon$ verbunden an bestimmten Stellen des Elektromagneten einander in der Weise neutralisiren, daß sie unter dem inducirenden Einflusse desselben keine Bewegung an der Nadel eines Galvanometers, mit dem sie durch ihre unverbundenen Enden α, λ communiciren, erzeugen, so trennt man beide und verbindet die Enden α, β mit dem Disjunctur $\rho\sigma$, die Enden ε, λ mit dem Disjunctur $\rho' \sigma'$. Alle bisher nur an der Magnetnadel durch momentane Impulse erhaltenen Resultate lassen sich auf diese Weise auf das Voltameter übertragen. Da das gleichzeitige Herausheben der Zacken aus der Flüssigkeit von der gleichen Höhe derselben in den Gefäßen abhängt, so ist es hier vortheilhafter, sich eines schleifenden Drahtes, wie bei dem Blitzrade und dem Commutator, zu bedienen.

Bei den Untersuchungen über die inducirende Wirkung eines von einem Stahlmagnete abgerissenen kurzen Ankers auf die ihn umgebende Spirale hat Hr. Lenz gefunden, daß die Stelle der Umwicklung gleichgültig sey. Unter der Voraussetzung, daß ein in seinen natürlichen Zustand aus dem eines Elektromagneten zurückkehrendes Eisen sich wie ein Anker verhält, welchen man von den Polen eines Magneten abreißt, würde man den Ort, an welchem man die Inductionsspirale anbringt, für gleichgültig ansehen dürfen. Bei mehrere Fufs langen und oft mehrere Zoll dicken Eisenstangen, wie man sie zu Elektromagneten anwendet, die ausserdem hufeisenförmig umgebogen sind, darf aber nicht von vorn herein angenommen werden, daß alle Theile derselben einen gleichen Grad der Weiche haben; auch lassen sich nur bei geraden Stangen, wo man den Draht in die Gänge

einer richtig geschnittenen Schraube winden kann, diese Windungen vollkommen gleichförmig anlegen. Die einander compensirenden Spiralen geben ein vortreffliches Mittel an die Hand, die hier angeregten Fragen zu beantworten.

Ein umspannter Kupferdraht wurde in zwei Spiralen von 60 Windungen geschlungen, die durch ein langes, gerade fortlaufendes Ende mit einander verbunden waren. Jede dieser Spiralen wurde auf einen der Pole eines 22 Zoll langen, 14 Linien dicken Elektromagneten geschoben, welchen ein $2\frac{1}{2}$ Linien dicker Kupferdraht in 60 Windungen umgab. Nachdem die Compensation der Spiralen nahe an den Enden des Elektromagneten am Galvanometer ermittelt worden, wurde die eine Spirale bei unveränderter Lage der andern an einer der Mitte näheren Stelle angebracht und die Verbindung des Elektromagneten mit der galvanischen Kette aufgehoben. Sogleich zeigten sich starke Ablenkungen, und zwar im entgegengesetzten Sinne, wenn die vorher von der Mitte entferntere Spirale nun die ihr nähere wurde. Die Ablenkungen geschahen im Sinne der der Mitte genäherten Spirale. Sie hingen aber nicht von den etwa ungleichen Windungen des Drahtes ab; denn als dasselbe als Elektromagnet benutzte Hufeisen darauf als Anker eines kräftigen Elektromagneten angewendet wurde, wurde die an bestimmten Stellen erreichte Compensation durch Verschieben der einen Spirale sogleich aufgehoben. Da bei diesem Verfahren das Abziehen unsicher ist, so wurde der Elektromagnet durch Wegnahme des Verbindungsdrahtes von der galvanischen Kette getrennt. Diese Methode bietet demnach ein sehr einfaches Mittel dar, die an verschiedenen Stellen eines Elektromagneten verschiedene inducirende Kraft zu messen, da durch Vervielfältigung der Windungen nach bekannten Gesetzen die gestörte Compensation wieder erreicht werden kann. Auch kann man die durch die Anzahl

der Drahtwindungen noch nicht vollkommen erreichte Compensation zweier Spiralen durch Verschieben einer derselben in aller Strenge erhalten.

Da bei den galvanischen Ketten gewöhnlicher Construction die Wirkung derselben in einem längeren Zeitraum keinesweges constant ist, so bleibt noch die Frage zu beantworten, ob zwei, unter der Wirkung einer kräftigen Kette einander neutralisirende Spiralen dies auch bei schwächeren Ketten thun, oder mit anderen Worten, ob die Vertheilung der Intensität in einem Elektromagneten unabhängig ist von der absoluten Intensität desselben. Ein Kupfertrog von 13 Zoll Seite mit 4 Kupferplatten und 4 amalgamirten Zinkplatten gleicher Dimension wurde mit dem Elektromagneten in Verbindung gebracht, dann ein kleinerer, in welchem die Zinkplatte aus zwei 3 Zoll hohen Cylindern bestand, von nur 2 und 7 Zoll Durchmesser. Das Gleichgewicht der Ströme blieb bestehend, daher wird das sogenannte Wogen der Kraft der Kette hier unschädlich seyn, indem es die beiden getrennten Ströme gleichmäfsig afficirt.

Eine elektro-dynamische Spirale ohne Eisenkern in einem hohlen Eisencylinder erregt in einer diesen umgebenden Spirale einen unmerklichen Strom, mit Eisenkern einen schwächeren, als wenn der hohle Cylinder entfernt ist. Diese auch von andern Physikern neuerdings bestätigten Resultate schienen aus dem Verhalten hohler Cylinder als Anker erklärt werden zu können. Ein in einen hohlen Eisencylinder enganschliefsend hineingeschobener Stahlmagnet zeigt nämlich, wenn der Cylinder die Dimensionen eines Flintenlaufes, oder noch dickere Wände hat, nach aufsen fast gar keine Wirkung. In eine Spirale eingetaucht, erregt er so gut wie keinen Strom; an Seide aufgehängt, wird jedes Ende desselben von beiden Polen eines zur Seite gehaltenen Magneten angezogen, er rotirt nicht unter dem Einflufs einer rotirenden Kupferscheibe, ist also viel mehr neutra-

lisirt als ein Hufeisen durch geradlinigen Anker, welches unter diesen Bedingungen, wenn auch schwach, rotirt. Da nun ein Elektromagnet nie so eng anschließen kann, als ein Stahlmagnet, so würde das Hindurchwirken eines Elektromagneten durch einen hohlen Eisencylinder darin eine Erklärung finden, die Wirkungslosigkeit einer elektro-dynamischen Spirale hingegen in der geringen Intensität ihrer Wirkung. Nach dieser Ansicht muß die Continuität des Eisens als solche einen unbedeutenden Einfluß äußern, die Dicke der Wände und ihre Entfernung von dem eingeschlossenen Magneten einen bedeutenden. Auf den Schenkel eines Elektromagneten, von 28 Zoll Länge und $1\frac{1}{2}$ Zoll Dicke, umwickelt mit 65 Windungen eines $2\frac{1}{2}$ Lin. dicken Kupferdrahtes, wurde eine 4 Zoll 2 Lin. weite Rolle, 500 F. langen und $\frac{1}{2}$ Lin. dicken Drahtes geschoben, und nach der Verbindung beider mit den Disjunctoren die Erschütterungen geprüft. Sie blieben fast eben so kräftig, nachdem ein 35 Lin. weiter Eisencylinder von dünnem Eisenblech zuerst geschlossen, dann der Länge nach aufgeschnitten, zwischen den Elektromagneten und die Inductionsspirale eingeschaltet wurde. Darauf wurde ein geradliniger Elektromagnet in zwei einander compensirende Spiralen gelegt, so daß jede derselben eine Hälfte umschloß, dann zwei gleich lange Stücke eines Flintenlaufes eingeschaltet, und, nachdem der eine der Länge nach aufgeschnitten worden, gefunden, daß die Compensation fast eben so genau stattfand. Dadurch scheinen die früheren Annahmen bestätigt.

Die compensirenden Spiralen finden noch eine einfache Anwendung bei Untersuchung des Einflusses, welchen lange, in demselben Sinne fortgesetztes Elektromagnetisiren auf die Fähigkeit des Eisens, entgegengesetzten Magnetismus bei Umkehrung des Stromes anzunehmen, äußert. Auch läßt sich durch sie die Frage beantworten, ob ein Leiter, welcher lange Zeit einen

Strom fortgeleitet hat, dadurch untauglicher wird, den entgegengesetzten zu leiten. Man wickelt nämlich aus starkem Draht zwei gleiche und gleichlaufende cylindrische Spiralen ab und cd , und legt in sie zwei gleiche Eisenkerne, die noch nicht elektromagnetisirt worden sind. Auf diese beiden magnetisirenden Spiralen werden zwei Inductionsspiralen $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ von dünnem Draht aufgeschoben, welche, alternirend verbunden, einander neutralisiren. Nachdem bei unveränderter Lage der Eisenkerne der Strom lange fortgesetzt worden, wird der eine Eisenkern umgekehrt, so daß das vorher bei c liegende Ende nun bei d zu liegen kommt. Diefs beantwortet die erste Frage. Darauf werden, bei umgekehrt bleibender Lage des zweiten Eisenkerns, die magnetisirenden Spiralen alternirend verbunden ($abdc$). Dadurch erhält man den hierbei stattfindenden Einfluß des Drahtes. Endlich kann man beide Wirkungen vereint erhalten, wenn die Lage der Eisenkerne die anfängliche bleibt, die Verbindung der Spiralen aber alternirend ist. Das Aufhören oder Fortbestehen der Compensation ist das Prüfungsmittel. Einzelne dünne Eisenstäbe, parallel neben einander in die eine magnetisirende Spirale hineingelegt, während eine Stange gleicher Länge und gleichen Gewichts in der andern liegt, oder hinter einander liegende Stücke gleicher Dicke, deren Gesamtgewicht dasselbe ist, als das des zusammenhängenden Eisenkerns der andern, geben auf gleiche Weise eine Entscheidung darüber, welche Form des Eisens die vortheilhafteste sey.

In der 9ten Reihe (1118) sagt Faraday: »In dem Schraubendraht der magnetoelektrischen Maschine (z. B. der schönen des Hrn. Saxton) muß, vermöge der Construction des Apparates, der elektrische Strom in dem ersten Augenblick seiner Bildung einen geschlossenen Metallbogen von großer Länge durchwandern; er nimmt allmählig an Stärke zu, und wird dann plötzlich durch Oeffnen des Metallbogens unterbrochen. So erhält dann

die in diesem Momente überspringende Elektricität durch Vertheilung eine große Intensität; diese Intensität zeigt sich nicht nur durch den Glanz der Funken und die Stärke der Schläge, sondern auch durch die erfahrungsmäßig erprobte Nothwendigkeit einer guten Isolirung der Windungen des Drahtes, in welchem der Strom gebildet wird. Sie giebt dem Strom eine Stärke, welche der Apparat ohne Benutzung dieses Princip bei Weitem nicht erreichen würde.

Der oben beschriebene Apparat erlaubt direct zu untersuchen, welchen Einfluß dieses Princip äußert. Hat man bei gleichem Stande der Zacken der drei Räder und gleicher Höhe des Quecksilbers in den drei Gefäßen durch die alternirende Verbindung der beiden Spiralen $\alpha\beta$ und $\epsilon\lambda$ die Gleichheit ihrer Wirkung ermittelt, so wird man durch Erhöhen des Quecksilbers in dem einen der Gefäße ρ oder ρ' die Dauer des Eintauchens seiner Zacken verlängern können. Es müßte sich nun an diesem Drahte, nach dem Faraday'schen Princip, eine größere Intensität zeigen, welche sich, durch Vergleichung mit der an der Scheibe mit unverändertem Niveau, ermitteln läßt. Noch schärfer läßt sich dieß an der Vorrichtung mit schleifendem Drahte zeigen, wenn die ausgeschnittenen Räder sich gegen die Hebel etwas verstellen lassen.

Die Intensität des Stroms ist übrigens so bedeutend, daß, wenn man die Enden der Inductionsspirale, ohne sie mit den Disjunctoren zu verbinden, durch den Körper oder ein Voltameter unmittelbar schließt, man bei Spiralen von 1000 F. Länge zusammen und dem oben angeführten Elektromagneten von 28 Zoll Länge (wenn dieser durch einen gewöhnlichen Calorimotor von 7 Zoll Höhe und 4 Zoll Durchmesser mit dreimaliger Abwechslung von Zink und Kupfer magnetisirt wird) unerträgliche Erschütterungen und die lebhafteste Wasserzersetzung erhält. Eben so wird das Verbrennen der Stahlfeder sehr lebhaft,

wenn man das andere Ende des in dieselbe endenden Drahtes unmittelbar auf der Scheibe des zweiten Disjunctors schleifen läßt, und sie nicht erst mit dem Rade verbindet. Dreht sich die Stange der Disjunctoren, bei Anwendung von Quecksilbergefäßen, nicht centrisch, so werden die Zacken eines Rades nicht immer eintauchen, während die des andern eintauchen. Dann erhält man eine scheinbar schwächere Wirkung durch Anwendung des zweiten Disjunctors. Es muß daher dieser Theil des Apparates mit Sorgfalt angefertigt werden, welches übrigens keine Schwierigkeit darbietet, besonders wenn man sich schleifender Drähte bedient.

V. *Ueber Biot's Behauptung, Galiläi sey
der erste Entdecker der Klangfiguren;
vom Prof. Strehlke.*

In Biot's Experimentalphysik, Th. I S. 388, findet sich folgende Stelle: »Hält man also den Ton einige Augenblicke hindurch an, so suchen alle die kleinen Sandkörner auf diesen Linien ihre Zuflucht, indem sie sonst nirgends einen Ruheort finden, und machen so die Gestaltung der Knotenlinien sichtbar. Der Erfinder dieses sinnreichen Mittels ist Galiläi, wie aus dem ersten Tage seiner Dialogen über die Bewegung erhellt. Allein es gerieth wieder in Vergessenheit, bis auf die Zeit, wo Chladni die Entdeckung desselben, so zu sagen, erneuerte, indem er es auf eine große Anzahl von Versuchen über die Schwingungen elastischer Scheiben anwandte.«

Biot bestimmt die Stelle in Galiläi's Dialogen nicht genauer, wir werden also nöthig haben, mehrere Stellen, die sich auf den fraglichen Gegenstand beziehen,

einer genaueren Betrachtung zu unterwerfen, um diejenigen zu ermitteln, durch welche Biot veranlaßt worden ist, unserem Chladni die Ehre der ersten Entdeckung abzusprechen. Aber ich gestehe gleich von vorn herein, daß ich eine solche Stelle nicht habe finden können. Galiläi kommt erst gegen den Schluss des erwähnten ersten Dialogs über die Bewegung gleichsam episodisch auf akustische Probleme, die er an verwandte Probleme über Pendelschwingungen anknüpft.

Die von ihm, wie er sagt, in früher Jugend gemachte Beobachtung, daß ein einzelner Mensch die größte Glocke durch regelmäßige Impulse in eine solche Bewegung versetzen könne, daß sechs Menschen dieselbe nicht wieder augenblicklich zur Ruhe zu bringen vermöchten, sondern von derselben in die Höhe gehoben würden, erscheint ihm geeignet, über die Erscheinung Aufschluss zu geben, wie eine Saite durch die Luft hin andere Saiten zum Mittönen bringen könne. Galiläi's Worte sind: »Dieses Beispiel (von der Bewegung der Glocke) ist geeignet, Rechenschaft zu geben von jenem wunderbaren Problem der Saite einer Cither oder eines Cimbals, welche nicht allein die Saite bewegt und zum Tönen bringt, die mit ihr im Einklange ist, sondern auch diejenige, welche von ihr um eine Octave oder Quinte verschieden ist. Die berührte Saite beginnt und setzt ihre Vibrationen so lange fort, als wir sie tönen hören. Diese Vibrationen lassen die anliegende Luft schwingen und erzittern, deren Beben und Kräuselungen bei ihrer Verbreitung durch einen großen Raum alle Saiten desselben Instruments, so wie die Saiten benachbarter Instrumente anstoßen« u. s. w.

»Diese durch die Luft sich verbreitende Undulation bewegt nicht allein Saiten und läßt sie schwingen, sondern auch jeden andern Körper, welcher zum Erzittern und Schwingen in demselben Tempo geeignet ist, als die erzitternde Saite, so daß, wenn man an den Bor-

den (*nelle sponde*) des Instruments Stückchen von starken Haaren (*pezzetti di setole*) oder von einem andern biegsamen Stoffe befestigt, man beim Tönen des Cimbals bald dieses, bald jenes Körperchen erzittern sehen wird, je nachdem die Saite berührt wird, deren Schwingungen in demselben Tempo geschehen, und es werden die übrigen Körperchen nicht bei dem Tone dieser Saite bewegt werden.“

Die Art der Befestigung der Haare ist nicht genauer angegeben, aber offenbar sind nur zwei Fälle möglich. Entweder waren sie an beiden Enden befestigt, oder wie Stäbe an einem Ende fest, frei schwingend mit dem andern Ende. Beide Male werden die Haare oder elastischen Körper tönen können. So spannte ich ein langes Pferdehaar durch Siegellack über ein hölzernes Lineal, und setzte ein aus einer Spielkarte geschnittenes Dreieck als Steg unter diese Saite. Darauf wurde die eine Abtheilung dieser Haarsaite mit dem Tone einer Stimmgabel in Einklang gebracht. Setzte ich nun den Fuß der Stimmgabel auf das Lineal, so erschien die genannte Abtheilung des Haares sehr deutlich bewegt, während die andere kürzere ganz ruhig blieb. Der Ton des Haares war nicht zu vernehmen, wegen des vorwaltenden stärkeren Tones der Stimmgabel. Bei einer kräftigeren Anregung, als sie die Stimmgabel der Luft mittheilen konnte, würde auch diese das Haar in schwingende Bewegung gesetzt haben.

»Streicht man mit dem Violinbogen eine dickere Saite einer Bassgeige, und bringt ein dünnes, plattes Trinkglas in die Nähe, so wird, wenn der Ton der Saite im Einklange ist mit dem Tone des Trinkglases, dasselbe erzittern und merklich tönen. Dafs nun jene Schwingung des Mediums um den tönenden Körper sich auf einen gröfseren Abstand erstreckt, sehen wir ganz offenbar daraus, dafs, wenn wir ein mit Wasser gefülltes Trinkglas durch Reiben seines Randes mit dem Finger

zum Tönen bringen, wir das im Gefäße enthaltene Wasser in sehr regelmässiger Weise undulirend erblicken. Diesen Effect wird man noch besser wahrnehmen, wenn man den Fuß des Trinkglases auf den Boden eines hinlänglich weiten, bis an den Rand des Trinkglases mit Wasser gefüllten Gefäßes setzt, und nun auf dieselbe Weise durch Reiben mit dem Finger das Glas zum Tönen bringt, so wird man im Wasser sehr regelmässige Kräuselungen sehen, die mit großer Geschwindigkeit sich bis auf einen großen Abstand vom Glase verbreiten, ja sogar, wenn ich ein hinlänglich weites und mit Wasser gefülltes Trinkglas zum Tönen brachte, so gelang es mir öfters, Wellen von sehr regelmässiger Bildung zu sehen, und wenn es zuweilen geschah, daß der Ton des Glases zu einer Octave höher hinaufstieg, so sah ich gleichzeitig jede Welle sich in zwei Wellen theilen, welche Erscheinung auf das Deutlichste beweist, daß die Form der Octave in einer Verdoppelung bestehe.»

Bei diesem Versuche war offenbar Galiläi nahe daran, die ruhenden Stellen auf beiden Seiten des Trinkglases, sowohl der inneren als der äußeren Seite, wahrzunehmen; aber seine Worte lassen keinen Zweifel darüber, daß er sie nicht wahrgenommen habe. Auch ließen sich bei dieser Art der Tonerregung, wo die Knotenlinien fortrücken, wenn der reibende Finger seine Stelle auf dem Rande des Glases ändert, die Knotenlinien weniger leicht entdecken.

»Da man aber jene Wellen (fährt Galiläi fort) im Wasser nur so lange sehen und beobachten kann, als die Reibung mit dem Finger anhält, und da dieselben nicht einmal während dieser Zeit bleibend sind, wäre es nicht ein köstliches Ding, wenn wir solche Wellen beobachten könnten, die längere Zeit anhielten, nämlich Monate und Jahre hindurch, so daß sie mit Bequemlichkeit gemessen und leicht gezählt werden könnten? — Ich verdanke die folgende Beobachtung dem Zufalle. —

Wie ich mit einem Schaber (*con uno scarpello*) aus schneidendem Eisen eine Messingplatte schabte, um einige Flecke davon wegzubringen, und wie ich den Schaber mit Schnelligkeit auf derselben bewegte, so hörte ich ein Mal und zwei Mal zwischen vielen Streichungen ein Pfeifen und ein starkes deutliches Geschrill, und wie ich auf die Platte sah, so bemerkte ich eine lange Reihe von feinen, unter einander parallelen Strichen (*vidi un lungo ordine di virgoletti sottili*), die durch ganz gleiche Zwischenräume von einander getrennt waren. Als ich nun wieder zum Schaben zurückkehrte, so bemerkte ich öfter, daß der Schaber nur bei den Reibungen, welche das Geschrill hervorbrachten, Eindrücke auf der Platte zurückliefs; wenn aber das Streichen ohne Geschrill abging, so blieb auch nicht die geringste Spur von solchen eingedrückten Strichen. Als ich ein ander Mal das Spiel wiederholte, bald mit gröfserer, bald mit geringerer Geschwindigkeit schabend, so trat das Geschrill bald mit einem höheren, bald mit einem tieferen Tone auf, und ich bemerkte, daß die mit dem höheren Tone gebildeten Zeichen häufiger waren, weniger häufig bei dem tieferen Tone; und zuweilen auch, wenn beim Schlusse des Schabens eine gröfsere Schnelligkeit eintrat als zu Anfang, so hörte man den Ton sich fortwährend erhöhen, und die Striche sah man in gröfserer Anzahl, aber stets mit der gröfsten Nettigkeit und in genau gleichen Abständen von einander gezeichnet. Dazu fühlte ich, während durch das Schaben das Geschrill hervorgebracht wurde, das Eisen in meiner Faust erzittern und einen gewissen Schauer durch meine Hand laufen. In Summa sieht und zählt man, wie das Eisen genau dasselbe thut, was man thut, wenn man mit gedämpfter Stimme redet und dann einen kräftigen Ton anstimmt. Denn wenn man den Hauch entsendet, ohne einen Laut zu bilden, so empfindet man weder in der Kehle, noch in dem Munde irgend eine Bewegung entstehen im Ver-

gleich mit dem starken Zittern, welches man im Kehlkopf und im ganzen Rachen entstehen fühlt beim Ausstossen der Stimme, und besonders bei einem tiefen und kräftigen Tone. Dann merkte ich unter den Saiten des Cimbals zwei an, welche mit jenen, bei den durch das Schaben entstandenen Lauten im Einklange waren — und fand sie genau um eine vollkommene Quinte verschieden, und wie ich darauf die Abstände der Striche, welche dem einen und dem andern Streichen angehörten, maafs, so fand sich, dafs der Abstand des einen 45 Theile enthielt, und 30 Theile des andern, welches in Wahrheit die der Quinte beigelegte Form ist.«

Wenn man eben von der Lesung der oben angeführten Stelle der Biot'schen Physik kommt, so ist man wohl geneigt, in der langen Reihe der *virgoletti* an Klangfiguren zu denken, welche beim Tönen der Platte sich in dem abgeschabten Messingfeilicht gebildet haben konnten. Wenigstens ist mir's anfangs so mit dieser Stelle gegangen, und noch mehreren Andern, welche ich auf diese Stelle aufmerksam gemacht habe. Eine genauere Erwägung derselben läfst indessen bei der Bestimmtheit der Beschreibung gar keinen Zweifel darüber, dafs hier nur von den feinen Linien die Rede ist, welche man erhält, wenn ein gewisses Hindernifs, welches immer mit derselben Kraft aufs Neue hervorgerufen wird, auf einer ebenen Fläche aufgehoben wird, worüber W. Weber in seiner ersten Abhandlung über die Zungenpfeife sich bestimmter ausspricht. Hieber gehört die Hervorbringung des Tons, wenn man mit angefeuchtetem Finger über eine polirte Tischfläche, oder über eine getünchte Wand hinfährt, wo man auf der ersten eine Reihe matter, auf der andern eine Reihe dunklerer Flecke findet, welche durch die Breitzung entstanden sind. In wie weit der gewählte Körper die Tonerzeugung begünstige (auf Tischplatten aus Holz bringt man leicht diese Töne hervor, auf grossen polirten Granitmassen hat mir

die Erregung nicht gelingen wollen), mag für jetzt untersucht bleiben; nur bemerke ich noch, daß ich das von Galiläi beschriebene Experiment auf einem mehrere Fuß langen Stabe aus Zink mit einem etwas stumpfen Messer mit Leichtigkeit hervorgebracht habe. Ich erhielt durch einen einzigen Strich mit der Schärfe des Messers eine große Menge einander paralleler Einschnitte, welche auf der Längsaxe des Stabes senkrecht waren, und beinahe in gleichen Intervallen von einander abstanden. Durch eine raschere Bewegung des Messers erhielt ich auch höhere Töne. Waren diese Töne auch nicht gerade entwickelt, so waren sie doch deutlich genug, um von einander sicher unterschieden werden zu können.

Die angeführten Stellen sind die einzigen, welche auf die Klangfiguren bezogen werden könnten; aber in allen wird nirgends erwähnt, daß Galiläi ein Mittel gefunden habe, die ruhenden Stellen einer schwingenden Fläche durch kleine Körperchen sichtbar zu machen, was doch der Erfinder der Klangfiguren thun müßte; vielmehr ist anzunehmen, daß zu Galiläi's Zeit, wie noch lange nach ihm, die Ansicht galt, daß eine schwingende Fläche in allen Theilen in Bewegung sey.

VI. Ueber Grundeisbildung; von Dr. Mohr in Coblenz.

Im 53sten Bande der *Annales de chimie et de physique* entwickelt Gay-Lussac eine neue, sehr sinnreiche Erklärung der Grundeisbildung in Flüssen, im Gegensatz zu der bekannten Arago'schen Erklärung, mitgetheilt im *Annuaire* von 1833 ¹⁾. Arago leitet die Grundeisbildung von der Wirkung fester Körper auf eine übersättigte (überschmolzene, nach Frankenheim) Flüssigkeit ab; Gay-Lussac dagegen findet den Grund der Erstar-

1) Annalen; Bd. XXVIII S. 204.

rung in der mitgebrachten Kälte der kleineren Eistheilen, die an der Oberfläche des Wassers durch Ausstrahlung oder Berührung der kalten Luft abgekühlt, durch den Strom nach unten gerissen werden, und am Boden durch Gefrierenmachen des umgebenden Wassers agglutiniren sollen.

Im Monate Januar 1838 haben sich bei dem starken Froste Erscheinungen im Rheine bei Coblenz beobachten lassen, welche der einen dieser beiden Ansichten ein entschiedenes Uebergewicht geben.

Die Bildung feiner Eisnadeln, wie sie Gay-Lussac voraussetzt, kommt im Rheine niemals vor, sondern es bilden sich nur Schollen, welche entschieden auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, und nicht zum Untersinken kommen. Die Entstehung von Eisnadeln, wie sie Scoresby und Parry in den arctischen Meeren beobachteten, kommt bei uns nur sehr selten in kleineren Flüssen, Bächen und Mühlengerinnen vor. In diesem Falle sind aber die Eisnadeln vollkommen benetzt, und von einer solchen Dünne, daß sie unmöglich eine andere Temperatur, als die des umgebenden Wassers haben können.

Entfernt von aller Bildung von Eisnadeln, welche den Fluß undurchsichtig machen würden, nimmt der Rhein im Gegentheil während des Processes eine Klarheit und ein Grün an, welche er während des ganzen Jahres in unseren Gegenden niemals, sondern nur bei Constanx oder Schafhausen hat. Man kann durch Schichten von 6 bis 8 Fufs Tiefe die Beschaffenheit des Bodens deutlich erkennen, und ärmere Leute benutzen während des Frostes diese Durchsichtigkeit, um an den Landungsplätzen der Schiffe in's Wasser gefallene Gegenstände wieder aufzusuchen. Während dieser Zeit findet aber die Grundeisbildung am stärksten statt. Die Ankerketten der Schiffbrücke, welche Ehrenbreitstein und Coblenz verbindet, werden, während die Brücke abgebrochen ist,

im

in das Flußbett versenkt, und nach dem Eisgang an der Suchkette wieder aufgezo- gen. Diese Ketten haben sich an den tiefsten Stellen des Rheines so sehr mit Grundeis beladen, daß sie sämmtlich gehoben worden sind. Die täglich überfahrenden Kähne passiren hundert Mal diese schwimmenden Ketten.

Im Jahre 1830 wurde bei einem sehr heftigen Eis- gange der Mosel das Eis derselben eine Meile weit auf- wärts in das Bett des Rheines getrieben, indem der Fluß unterhalb noch fest war. Bei diesem Stauen des Eises gegen den Strom des Rheins ging das Eis fast auf den Boden, und riß mehre Anker und Ketten der Schiff- brücke los. Einer dieser Anker ist in diesem Jahre bei dem Dorfe Pfaffendorf, eine Viertelstunde oberhalb der Brücke, durch das Grundeis gehoben worden. Er lag an einer sehr tiefen Stelle, und wurde sammt der Kette wieder herausgezogen.

Ein ferneres sehr interessantes Factum ist endlich das folgende: Die Joche der Schiffbrücke konnten we- gen niedrigen Wasserstandes nicht in den Sicherheitsha- fen gefahren werden, und mußten also im Flusse blei- ben. Als endlich der Frost aufhörte und der Eisgang erwartet wurde, war an dem Boden eine Schicht von 5 rhein. Fufs Dicke schwammigen Grundeises angewach- sen, welches, da es mechanisch nicht entfernt werden konnte, den Eingang der Schiffe in den Hafen unmög- lich machte. Man war genöthigt eine wärmere Tempe- ratur des Flusses und der Luft abzuwarten, wobei sich diese ungeheure Masse von selbst löste und die Schiffe flott machte. Die Schiffe an sich haben ungefähr 18 Zoll Tiefgang, so daß die unterste Schicht des Grundeises $6\frac{1}{2}$ Fufs unter der Oberfläche des Wassers war.

Alle diese Thatsachen zusammengenommen entschei- den, wie es mir scheint, gegen die Erklärung von Gay- Lussac; denn erstens werden während der Grundeis- bildung durchaus keine Eisnadeln im Flusse bemerkt,

zweitens findet die Grundeisbildung in einer Tiefe statt, bis zu der es durchaus unmöglich ist, daß eine erkältete Eisnadel gelangen könnte, ohne die Temperatur des umgebenden Wassers anzunehmen. Es ist aber auch nicht ersichtlich, wodurch ein Stückchen Eis bis zur Tiefe von 6 bis 8 Fufs hinabgeführt werden könnte, da die Bewegung des im ebenen Bette gehenden Flusses bloß horizontal ist. Sollte eine, bis zu mehreren Graden unter Null abgekühlte Eisnadel auch wirklich untergetaucht werden, so ist das Natürlichste, daß sie aus dem gerade gefrierrechten Wasser eine mehr oder minder dicke Schicht von Eis um sich bilde, welche sie um so leichter wieder zum Steigen bringen wird. Der von Gay-Lussac angeführte Versuch, wobei stark abgekühlte Erbsen, in eiskaltes Wasser geworfen, am Boden dasselbe zum Gefrieren bringen, ist, so gefällig er sich uns anbietet, eigentlich doch nicht beweisend, weil dabei ganz verschiedene Bedingungen vorwalten. Die Erbsen waren außerhalb des Wassers stark abgekühlt; während die Eisnadel im flüssigen Wasser schwimmen muß; die Erbsen sind schwer, rund, fallen schnell zu Boden und bleiben, vermöge ihrer Schwere, am Boden liegen, während die Eisnadel, dünn und flach, sich nur sehr langsam durch eine hohe Wasserschicht begeben, und beim geringsten Anstoß das Bestreben, wieder aufwärts zu steigen, eintreten würde.

Man kann wohl einsehen, wie untergetauchte, sehr kalte Eisschollen ihr Volum vergrößern, auch wohl zwei an einander frieren können, aber nicht wie sie an den Boden anfrieren sollen, an den sie nichts festhält und andrückt.

Es gehört ein anhaltender Frost dazu, ehe Grundeisbildung eintritt, weil nämlich die nachströmende Erdwärme den Boden noch lange zu warm hält. Hervorragende Körper, welche also mit der Erde in geringerer Berührung stehen, kühlen sich am ersten ab, und geben

dem Grundeis die ersten Haltpunkte. Sobald das Wasser des Flusses nur ein Minimum über dem Gefrierpunkt ist, quillt die Erdwärme nach, und schmelzt das Grundeis am Boden ab.

Die Arago'sche Erklärung möchte sich nach diesem also immer noch leichter an die Erscheinung anschließen lassen.

VII. *Ueber Blitze ohne Donner;*
von Dr. Reichenbach.

Ueber die Frage, ob es Blitze ohne Donner gebe, schwebte man bekanntlich bis auf die neueren Zeiten in Ungewissheit, indem man darüber keine ganz bestimmte Beobachtung besaß. Diefs bewog mich, eine sehr deutliche und zweifelfreie Wahrnehmung dieser Art, die ich hier zu machen Gelegenheit hatte, vor etwa 7 Jahren in Baumgartner's Zeitschrift für Physik, Bd. X S. 74, niederzulegen. Ich hatte eine Reihe von Blitzen unmittelbar über mir gesehen, die das ganze Thal, in dem ich mich befand, erleuchteten, aber nicht den geringsten Laut vernommen. Besonderen wissenschaftlichen Werth glaubte ich übrigens auf die Erscheinung nicht legen zu dürfen, da ich die Ursache hievon nur darin suchte, dafs die Blitze in einer ungewöhnlichen Höhe über der Erde dahinfuhren, in welcher einerseits die Luft zu verdünnt seyn mochte, um starken Knall zu gestatten, andererseits die Entfernung zu bedeutend war, um einen schwachen Laut bis zu meinem Ohre herab gelangen zu lassen. Hiebei hatte ich jedoch nicht die Substanz des Blitzes unmittelbar erblickt, sondern da er mir durch tiefere zerstreute Haufwolken verdeckt war, nur die jedesmalige heftige Erleuchtung derselben beobachtet, die übrigens so wenig Zweifel über das Daseyn wirklicher

Blitze über mir hinter den Wolken übrig liefs, als die Gegenwart der Sonne an einem wolkigen Mittage. Des- sen ungeachtet gab es bedenkliche Physiker (Kastner's Archiv für Naturkunde, 1831, Bd. XXII S. 378), die die Richtigkeit meiner Angabe bezweifeln zu sollen glaubten. Ich habe auf ihre Einwürfe bisher still geschwiegen; die beste Erwiderung wird nun vielleicht die seyn, eine gleiche Beobachtung hier mitzutheilen. — Gegen Ende Juni verflossenen Jahres standen der Altgraf zu Salm, seine Gemahlin und ich auf der Terrasse ihres Schlosses, auf einer Anhöhe eine Stunde von hier.

Die Luft war schwül, Haufwolken standen am Himmel und die ländliche Gegend war vollkommen still. Unerwartet und plötzlich brach ein starker Blitz über uns los und durchfuhr von Süd nach Nord etwa 70 Grade am Himmelsbogen. Wir nahmen dießmal nicht bloß erleuchtete Wolken gewahr, sondern sahen klar in den Zickzack des wirklichen Blitzes hinein, gegen welchen wir zufällig mit dem Gesichte gekehrt standen. Die Ueberraschung und die Wirkung derselben war so stark, daß sie das Gespräch unterbrach, und wir, in Erwartung eines heftigen Donnerschlages, Pause machten. Aber — es erfolgte nichts. Lautlos verstrich die Zeit, und das Schweigen machte einer gegenseitigen Verwunderung Platz, wo denn der Donner geblieben seyn möge? Der Graf meinte eine schwache, aber unsichere Spur eines Getönes wahrgenommen zu haben; die Gräfin aber und ich, bei gespannter Aufmerksamkeit, hörten nichts. Wir gingen durch den Park, und hatten nicht Gelegenheit zu Wiederholungen der Beobachtung, wie ich sie früher in Blansko gefunden. Ich habe nun neue Zeugen genannt, und wünsche, daß bald andere Beobachter meine wiederholte Wahrnehmung bestätigen mögen, daß es in der That über *unseren Scheiteln dahinschlagende Blitze ohne hörbaren Donner* gebe.

Blansko, 31. März 1838.

VIII. *Untersuchung über die auf den Felsen Skandinaviens in bestimmter Richtung vorhandenen Furchen und deren wahrscheinliche Entstehung;*

von Professor N. G. Sefström in Fahlun.

(Freier Auszug aus der in den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling. f. 1836* vorhandenen und vom Hrn. Verfasser mitgetheilten Abhandl.) ¹⁾.

Mehre schwedische Gebirgsforscher, besonders Tilas, Bergman, Cronstedt und v. Swab, haben, als eine hie und da vorkommende Erscheinung, die Anwesenheit von Furchen auf Felsen beobachtet, ohne indess weiter auf dieselben zu achten. Der Zufall lenkte auch meine Aufmerksamkeit auf diese Furchen, und dabei fand ich, daß dieselben auf unseren Bergen ganz gemein sind, überall beobachtet werden, wo der Fels entweder bloß liegt oder wohl gereinigt worden ist.

Als ich vor einiger Zeit, in der Nähe der Fahlun-Grube beschäftigt war, die Zöglinge der Bergschule im Nivelliren und Markscheiden zu unterrichten, bot sich mir zur Beobachtung dieser Furchen eine ganz vorzügliche Gelegenheit dar, indem die Felsen meistens nackt, und wegen des Rauches, der aus den die Fahlun-Grube umgebenden Rostöfen aufsteigt, von aller Moosvegetation entblößt sind. Es zeigte sich hier, daß alle Furchen eine ganz bestimmte Richtung haben, welche, mit geringen Abweichungen, von Norden nach Süden geht. Diefs erinnerte mich an die hier gemachte Erfahrung, daß der zu *Elfdalen*, nördlich von *Fahlun*, anstehend vorkommende Porphyry, bei *Fahlun* selbst, in mehr oder weniger abgerundeten Stücken angetroffen wird; ferner an die unter unseren Bergleuten ganz allgemeinen Sage, daß überhaupt zu losen Steinen, die deutlich einst Theile

1) Es ist dieselbe, von der bereits Bd. XXXVIII S. 614 eine vorläufige Notiz gegeben wurde. P.

von anstehendem Fels gewesen sind, dieser anstehende Fels nördlich von der Lagerstätte der Steine gesucht werden müsse; endlich an die Angabe, daß in *Pommern* und der *Mark Brandenburg* Granit- und Kalksteingeschiebe gefunden werden, die, ihren Merkmalen zufolge, von den Granitgebirgen *Skandinaviens* und den Kalksteinlagern *Westgothlands* abstammen, von dort einst losgerissen und fortgeführt worden sind, bis auf diejenigen Theile, die von daraufliegenden Basaltmassen festgehalten wurden. Beim Vergleiche dieser Erscheinungen mit der Richtung der Furchen schien sich mir der Schlufs zu ergeben, daß sie alle in Zusammenhang stehen möchten mit einem allgemeinen geologischen Ereigniß, von welchem diese Furchen die übriggebliebenen Wahrzeichen seyen. Von solcher Ansicht ausgehend, beschloß ich zu erforschen, wie weit diese Furchen auf unseren Bergen vorkommen, ob die Richtung derselben überall die nämliche sey, und, wenn nicht, welche Abweichungen dabei stattfinden, und unter welchen Umständen.

Ich werde zunächst meine in der Gegend von *Fahlun* angestellten Untersuchungen beschreiben, und dabei den Gang angeben, welchen einzuschlagen die Umstände veranlafsten. Es ist jedoch unmöglich, die Darstellung hinreichend verständlich zu machen und etwas in das Detail einzugehen, ohne zuvor einige Worte zu sagen über die Vermuthung in Betreff der Ursache der Erscheinung; sie diente den Untersuchungen zum Leitfaden, und wird den Leser in den Stand setzen, das Detail aufzufassen, welches ohne diesen Leitfaden von geringer Bedeutung erscheinen könnte.

Die von mir beobachteten Thatfachen führen nämlich zu der Vermuthung, daß einst eine Masse von größeren und kleineren Steinen, von Sand und Grand durch Wasser aufgeführt, und über die noch nackte Oberfläche der Gebirge fortgeschwemmt worden ist, daß dabei

die kleineren Steine durch Abreiben an einander jenes Gerölle bildeten, welches in den lang gestreckten Hügeln, die wir *Äsar* nennen, zusammengehäuft liegt, während die schwereren, weniger zum Umwälzen geneigten, unter dem ungeheuren Druck der darauf lastenden Steinmassen auf und an den Bergen fortrutschten und diese furchten, gleichwie ein Sandkorn, das durch den Druck eines Fingers auf einer polirten Marmorfläche fortgeschoben wird, in dieser eine Schramme hinterläßt.

Um dieß muthmaßliche geologische Ereigniß zu bezeichnen, will ich es *Geröllfluth* (*Rullstenflod*) nennen, von *Geröll* (*Rullsten*), womit wir die gerollten Steine bezeichnen, zum Unterschied von *Geschiebe* (*Jordsten*, *Bloc erratiques*), worunter wir die großen, unmittelbar auf der äußersten Oberfläche der Erde los umher liegenden, wenig oder gar nicht gerollten Blöcke verstehen, von denen man allgemein annimmt, daß sie durch einen ganz anderen Vorgang zu ihrer jetzigen Lagerstätte geführt worden seyen.

Will man für die Geröllfluth einen aus dem Griechischen abgeleiteten, für alle Sprachen geeigneten Namen haben, so könnte man sie *petridelaunische Fluth* nennen, von *πετρίδιον*, Steinchen, und *ἐλάυνω*, ich wälze fort.

Ueber die Richtung der Geröllfurchen.

Bei den Untersuchungen, die ich Gelegenheit gehabt, an mehren Orten in Schweden anzustellen, hat es sich gezeigt, daß alle Berge und Felskuppen an ihrer nördlichen Seite abgerundet sind, keine Kanten und Ecken besitzen, während an der südlichen Seite scharfe Kanten und Ecken vorhanden sind, als Zeugen, daß nach dem geologischen Ereigniß, welches die Berge zersprengte und emporhob, die Bruchfläche wenig verändert worden ist. Zwischen diesen entgegengesetzt gestalteten Enden gehen die Furchen gerade über den Berg, wie wenn der nördliche Abhang desselben der Fluth einen Widerstand ge-

leistet, und in Folge des eine Abschleifung erlitten hätte. Dagegen hat auf dem Südabhange die Masse ihren Weg fortgesetzt, ohne die geneigte Fläche abzunutzen und auszufurchen, da dieselbe durch die herabrauschende Fluth vor der Wurfkraft geschützt blieb.

Um einen Begriff von meiner ersten Untersuchung zu geben, habe ich einen dicht bei und westlich von der Fahlun-Grube anstehenden Fels im Durchschnitt und Grundrifs abgebildet (Taf. IV Fig. 3 und 4), und die Richtung der Furchen darauf verzeichnet. Die untere Linie des Durchschnitts (Fig. 3) liegt mit dem Boden im Niveau. Die Höhe des Felsens ersieht man aus den horizontalen Linien, deren Abstände von einander einen halben schwedischen Fuß betragen. Das Ende *K* ist nach Norden gewandt, das Ende *I* nach Süden, woraus man, zur Bestätigung des Zuvorgesagten, ersieht, daß an der Nordseite die Kanten abgestoßen, an der Südseite dagegen stehen geblieben sind.

Fig. 4 stellt den Felsen im Grundrifs dar. Der nahe am Gipfel liegende, mit ⚔ bezeichnete Punkt ist ein Signalpunkt, errichtet zum Behuf der Grubenkarten. Die um diesen Punkt gezogenen ovalen Linien bezeichnen die Stellen, wo die Oberfläche des Felsens respective 0,5, 1, 1,5, 2 u. s. w. Fuß unter ⚔ liegt; sie entsprechen den eben so bezeichneten Linien auf dem Durchschnitt, und geben einen bestimmten Begriff von der Gestalt des Felsens. Aus dieser Figur ersieht man, noch deutlicher als aus der vorigen, daß auf der nördlichen, oder richtiger, nordwestlichen Seite alle Ecken abgenutzt, dagegen die scharfen Kanten auf der südöstlichen Seite stehen geblieben sind. An dieser Seite findet man auch keine Furchen, mit Ausnahme der Stellen *L*, *M*, die nur 2 bis 2,5 Fuß unter ⚔ liegen.

Die Richtung der Furchen ist auf Fig. 4 durch Pfeile angegeben, und überdies durch die beigegefügt Grade des Kompasses, wie sie unmittelbar abgelesen wurden,

als die Nulllinie des Instruments (die 0° oder 360° mit 180° verbindende Linie) den Furchen parallel gelegt war ¹⁾. Man sieht hieraus, daß schon auf einem so kleinen Felsen wie dieser, der nämlich nur 30 Fuß lang ist, die Furchen in ihrer Neigung bedeutend von einander abweichen.

Die von *K* nach *I* über den höchsten Rücken des Felsens gehenden Furchen folgen alle einer gleichen Richtung, wie wenn sie mit einem Lineale gezogen wären; man kann sie als die *normalen* betrachten. Stellt man sich dagegen vor die Nordseite des Felsens, d. h. dorthin, von wo der Geröllstrom gekommen ist, mit dem Gesicht nach Süden gewandt, so findet man, daß die Furchen auf der Westseite nach der Rechten, auf der Ostseite nach der Linken abweichen. Daß diese Abweichung nicht zufällig sey, ersieht man leicht, denn wenn der ansteigende Fels dem darauf stossenden Strom einen unverrückbaren Widerstand leistete, so mußte dieser nothwendig an beiden Seiten ausweichen. Es wäre in Wahrheit unbegreiflich, wenn die Furchen nicht so abwichen, wie sie es wirklich thun. Alles dieses ist folglich ganz natürlich, und liefert einen abermaligen Beweis, daß der Geröllstrom von Norden nach Süden ging, unmöglich in der Quere darauf gehen konnte.

Diese Abweichungen zu beiden Seiten gelten jedoch hauptsächlich von den Furchen, die sich auf dem nördlichen Abhange des Felsens befinden. Neben dem Punkte ♂ nähern sich dagegen die Seitenfurchen der normalen Richtung. Auch dieses erweist sich als eine natürliche Folge der Richtung des Geröllstromes von Norden nach Süden.

Dagegen haben die Furchen bei *a* und *b*, und auf den südlich vom Hauptücken liegenden Abhängen *L* und

1) Die Grade des angewandten Kompasses zählen von 0° bis 360° von N. durch O., S. und W., eine Einrichtung, die am besten Irrungen verhütet.

M eine Richtung, welche weniger erklärbar scheint. Auf den Abhängen *L* und *M* scheint es, die Bewegung sey von gleicher Beschaffenheit gewesen mit der von Wasser in einer Fluth, welche hinter einem Vorgebirge einen Wirbel oder Strudel macht. Dergleichen sieht man auch an verschiedenen Orten, z. B. bei der *Skyttgrufva*; allein an der hier besprochenen Stelle kann diese Erklärung nicht befriedigen, nicht für die Punkte *a* und *b* gelten. Um dieses näher zu erforschen, liefs ich die Westseite des Felsens, die gröfsten theils mit Grand bedeckt ist, von diesem säubern. Nun trat die Erscheinung deutlicher hervor, und es ergab sich die Abweichung als Folge eines Rückpralls der Strömung von den westlicher liegenden Anhöhen. Denn als ich auf dem Felde an dieser Seite, von Norden her, eine horizontale Linie im Niveau mit dem Punkte *Ç* absteckte, ging diese Linie nicht nach Süden, sondern nach Südost, ungefähr in Richtung der Linie *FG*. Es ist also glaublich, dafs die Lage dieser Anhöhe zu jener Erscheinung Anlafs gab; doch könnte auch noch ein anderer Umstand dazu mitgewirkt haben. Alle Erscheinungen deuten nämlich darauf hin, wie später noch näher gezeigt werden soll, dafs der erwähnte Geröllstrom eine bedeutende Schnelligkeit besafs. Und wenn dem so war, mufste hinter einem Felsen, wie dieser, eine Art von Aufsaugen entstehen, ähnlich wie es *Venturi* und Andere in der Hydraulik beobachtet haben, und daraus mufste ein solches Resultat hervorgehen, wie jetzt am Südende des Felsens sich zeigt.

Auch sieht man hier, dafs die Furchen z. B. an der Ostseite, welche ganz steil ist, in der zuvor bemerkten Weise fortgehen, nicht gerade hinauf und herab, sondern fast horizontal in ihrer einmaligen Richtung.

Solche Felsen, wie dieser, trifft man an vielen Orten; bei *Askersund*, $\frac{1}{8}$ Meile südlicher, links vom Wege nach *Stjærnsund*, findet sich einer, der besonders lehr-

reich ist, weil an dessen südlicher Seite ein großes Stück, welches zwischen zwei horizontalen Ablösungen sitzt, etwas aus seiner ursprünglichen Lage verschoben worden ist. Die Kraft war aber nicht mächtig genug, um es ganz abzutrennen und weiter fortzuführen. Es sitzt auf dem Sprung (*sitter tils vögs*), wie die Bergleute sagen, hat sich aber festgekeilt, so daß es nur durch Aeufserung einer größeren Kraft losgerissen werden könnte.

[Das so eben über die Richtung der Furchen Gesagte gilt nicht bloß für vereinzelt stehende Felskuppen, sondern zeigt sich auch im größeren Maasstabe für ganze Berge bewährt. Der Hr. Verfasser belegt dies ausführlicher mit einem Beispiel aus der Nachbarschaft seines Wohnorts Fahlun, über welche er eine, zum Theil auf sehr sorgfältige Nivellirungen gegründete Specialkarte mittheilt. Es sind namentlich drei Anhöhen im Süden der Stadt, der *Grufisberg*, der *Pilboberg* und der *Galgborg*, auf welche er zu dem Ende hinweist. Auf allen Seiten dieser Anhöhen finden sich Felskuppen mit deutlichen Furchen, ausgenommen die Südseite, wo man bloß auf dem Gipfel einige nackte Felsen antrifft, weil daselbst die Anhöhen mit einer Masse von Sand, Grand und Geröll bedeckt sind, welche sich zu einem langen Ås ausdehnt. An den meisten Stellen sind die Furchen so deutlich, daß sie auf einer Strecke von 10 bis 20 Fuß eine vollkommen gerade Linie darbieten, und ihrer Richtung nach bis auf einen halben Grad mit Sicherheit gemessen werden können. Die Furchen auf der östlichen Seite der Anhöhen weichen, von Norden her betrachtet, nach der Linken ab, die auf der westlichen Seite nach der Rechten; während die über die Spitzen der drei Berge gehenden Furchen sämtlich einerlei Richtung haben, nämlich von NNO. nach SSW., oder genauer nach dieser Seite hin einen Winkel von $9\frac{1}{2}$ bis $10\frac{1}{2}$ Grad mit dem Meridiane bilden.

Die über die Spitze von Anhöhen und einzelnen

Felskuppen fortlaufenden Furchen, welche also die Richtung der angenommenen Fluth bezeichnen, nennt der Verfasser *Normalfurchen*, die zur Rechten und Linken, aus der Richtung der Fluth mehr oder weniger abgelenkten, dagegen *Seitenfurchen*. Er bemerkt indeß dabei, daß man bei Bestimmung der Richtung der Fluth mit Vorsicht zu Werke gehen müsse, indem ein und dieselben Furchen, welche in Bezug auf die Anhöhen, worauf sie sich befinden, *normale* sind, *Seitenfurchen* in Bezug auf benachbarte Berge seyn können, sobald diese höher sind als jene Anhöhen, und folglich ihre ablenkende Wirkung noch auf letztere ausdehnen konnten. Selbst auf einer ganz ebenen Fläche, wo die Furchen meistens vollkommen parallel neben einander fortlaufen, macht sich nicht selten der störende Einfluß benachbarter Anhöhen bemerklich. Diefes ist z. B. in Westgothland der Fall, wenn man sich dem *Hunneberg* und *Kinnequilla* nähert.

Ueberhaupt hebt der Verfasser hervor, daß die Richtungsbestimmung der Normalfurchen, besonders auf bewaldeten Anhöhen, oft ihre großen Schwierigkeiten habe, und zuweilen nichts anderes übrig bleibe, als aus vielen, an einem Berge, ihrer Richtung nach, mit dem Kompaß gemessenen und auf eine Karte eingetragenen Furchen, die mittlere Richtung derselben herzuleiten. Den Abhang des Berges, an welchen die Furchen sich befinden, nennt er die *Stofsseite*, die gegenüberliegende, die *Leeseite*.

Ein anderer, bei diesen Bestimmungen beachtenswerther Umstand ist die Textur des Berges, die oft nicht ohne Einfluß auf die Richtung der Furchen bleibt. Wenn nämlich das Streichen des Gesteins gleiche Richtung hat mit den Furchen, das Gestein gestreift ist, aus abwechselnd harten und weichen Schichten besteht, so glaubt der Verfasser bemerkt zu haben, daß die Furchen dem Streichen der Gebirgsart folge; wenigstens hat er dies

mit Sicherheit im Kleinen beobachtet. Auch auf die Seitenfurchen ist das Gefüge des Gesteins von Einfluß; wenn dieses grobkörnig ist, und daher auf der Oberfläche nicht abgeschliffen wurde, so hat der Geröllstrom einen größeren Widerstand, und dem zufolge die Richtung der Furchen eine größere Ablenkung erlitten.

Noch ein anderer Umstand, auf den man zu achten hat, ist: daß, wenn man hartes, eine starke Politur annehmendes Gestein antrifft, man es in der richtigen Beleuchtung betrachte, damit die Abwechslungen von Licht und Schatten in die Augen fallen. Es ist oft zwecklos eine Beobachtung in der Dämmerung zu machen; denn ehe man die Grade des Kompasses unterscheiden kann, haben die feinen Furchen aufgehört sichtbar zu seyn. Ueberhaupt muß man darauf sehen, ob feine und grobe Furchen zusammen vorkommen, ob sie unter sich parallel sind oder von einander abweichen. Im letzteren Fall muß die Richtung der zarteren Furchen bestimmt werden, weil diese, ohne Abweichungen, der Richtung der Fluth gefolgt sind; die gröberen Furchen dagegen sind die Spuren größerer Rollsteine, welche mit dieser oder jener Ecke mit mehr als gewöhnlicher Heftigkeit auf der Oberfläche der Felsen fortgeschoben worden sind; eine solche Ecke kann sehr selten gerade unter dem Schwerpunkt des Rollsteins gelegen haben, und so sieht man häufig, besonders auf grobkörnigen Felsarten, daß die gröberen Furchen in krummen Linien über die feineren hinweggehen, bald nach der Rechten, bald nach der Linken. Auf härterem Gestein, z. B. auf Porphyr und Trapp, sind sie weniger gekrümmt. Aus diesem Grunde sind die Furchen auf dem, den Gipfel des *Billingen* bedeckenden, harten, vulkanischen Gestein von bewundernswürdiger Regelmäßigkeit.

Fast alle Berge im südlichen Schweden sind von so hartem Gestein, daß sie regelmäße Furchen annehmen. Diefs ist der Fall bei *Fahln*, so wie nördlich

vom *Siljan-See*; bei *Stjærnsund*; fast überall in *Roslagen*; südlich von *Sala*; bei *Arboga*; zwischen *Linköping* und *Åtved*; bei *Ronneby*, *Wimmerby* und *Eksjö*; auf dem *Tiveden*; zwischen *Mariestad* und dem *Kinnikulle*; auf dem *Billingen*, und zwischen *Lidköping* und *Wenersborg*. Am sichersten finden sich gute Furchen auf Felsen, die vor der Einwirkung der Luft geschützt waren, z. B. in Gruben, aus denen Grand zum Wegbau genommen wird, auf Ackerfeldern und an Seeufern, und besonders am Meeresstrande, auf Klippen, die durch Landhebung nicht lange vorher erst aus dem Wasser hervorgetreten sind.

Zuweilen trifft man aber auch große Landstriche, z. B. das nordwestliche *Ostgothland* und die Gegend südlich von der Landstrasse nach *Westervik*, wo die Berge aus solchem Gestein bestehen, daß sie keine Furchen angenommen haben, oder diese im Laufe der Zeit durch Verwitterung zerstört worden sind. Ein Beispiel dieser Art zeigt sich bei *Kårarfvat*, wo der Gneis durch Verwitterung fortgeführt ist, und 3 bis sechs Linien über seine Oberfläche hervorragend, Quarzknollen zurückgeblieben sind, die schöne Furchen besitzen.

Selbst wo keine Furchen deutlich sichtbar waren, konnte der Verfasser nach langer Uebung noch die Richtung derselben mit einer Sicherheit von 3° bis 10° festsetzen, indem er an Felskuppen genau beobachtete: 1) die Stofsseite, 2) die Leeseite, 3) die Vertiefungen auf der Oberfläche, aus denen Scherben fortgestofsen wurden; hiebei war es öfters möglich zu unterscheiden, in welcher Richtung diese Fortstofsung geschah.

Der Hr. Verfasser theilt nun das Detail seiner Beobachtungen mit, nämlich die an verschiedenen Orten unmittelbar am Kompass abgelesene Richtung der Furchen, die Fehlweisung des Kompasses, und endlich die wahre Richtung der Furchen gegen den Meridian. Das Ganze, welches im Original 41 Seiten einnimmt, umfaßt eine Zahl von

gegen viertelbhundert Beobachtungen, die sich vom 61sten Breitengrad herab über das ganze südliche Schweden erstrecken, von Christiania an bis zur Küste der Ostsee ¹). Um einen Ueberblick von diesen Beobachtungen zu geben, hat er die hauptsächlichsten derselben auf eine Karte eingetragen, die hier im Wesentlichen auf Tafel V wiedergegeben ist ²).

Betrachtet man diese Karte, sagt der Verfasser, so sieht man, daß die Furchen schon in einem Abstand von 6 bis 10 Meilen eine ganz bedeutende Verschiedenheit in ihrer Richtung zeigen. Am meisten erregte es zunächst meine Aufmerksamkeit, daß in dieser Beziehung *Fahlun* und *Gefle* so sehr von einander abweichen. In *Fahlun*

1) Mit Einschluss eines Nachtrags von späteren Beobachtungen, theils vom Verfasser selbst, theils von Hrn. Wegelin, Hrn. Fittinghoff und den Russischen Bergbeamten Hiriakoff und Rachette, steigt die Gesamtsumme auf mehr als 400 Beobachtungen. Die letzteren wurden auf einer Reise von *Stockholm* über *Åbo* nach St. Petersburg angestellt, und es findet sich Folgendes bei ihnen bemerkt: Aus der Hauptrichtung der Furchen im mittleren und südlichen Schweden zu schliessen, sollte man glauben, daß sie auch in *Finnland* eine westliche Richtung hätten. Dem ist aber nicht so, vielmehr weichen die Furchen nach Osten ab, parallel den Wasserzügen dieses Landes, welche alle, sowohl die in den *Finnischen* als in den *Bothnischen* Meerbusen fallenden, wie schon mehr Schriftsteller bemerkt haben, einen bewundernswürdigen Parallelismus unter einander und mit den Wasserzügen des nördlichen Schwedens besitzen. Was zu dieser Richtung Anlaß gegeben, läßt sich nicht entscheiden, als bis wir genauere Kenntniß über die Richtung der Bergrücken im nördlichen Schweden und Finnland besitzen.

2) In diese Kopie sind nur diejenigen Orte, Berge, Seen, Flüsse aufgenommen, die bei gegenwärtiger Abhandlung (so wie bei den beiden Notizen im Bande XXXXII Seite 472 und 476) in Betracht kommen. Dagegen enthält sie alle Angaben des Originals über die Richtung der Furchen, durch Pfeile angedeutet, deren Lage sorgfältig eingetragen wurde, so daß die Beisetzung von Zahlen, wodurch das Original noch die Abweichung bezeichnet, unnöthig zu seyn schien. Die außerdem an verschiedenen Punkten eingeschriebenen Zahlen bezeichnen die Höhen des Landes daselbst in schwed. Füssen.

gehen die Furchen $26\frac{1}{2}^{\circ}$ östlich, in Gesele dagegen über 30° westlich; anfangs glaubte er, es läge hiebei ein Irrthum zum Grunde, als er sich aber durch spätere Reisen von der Richtigkeit der Beobachtungen überzeugete, faßte er die Ansicht, daß die Furchen zu *Gesele* und *Oeregrund* Seitenfurchen von dem *Finngrund*, einem unter dem Meere liegenden Felsen, seyen, auch die Felsen an der Küste in bedeutendem Grade zu dieser Abweichung beigetragen haben. Eine andere nicht minder auffallende Abweichung in der Richtung zeigt sich zwischen den Furchen bei *Westerwik*, an der Ostsee, und denen bei *Uddevalla*, am Skagerak. Um diese Abweichung zu erklären, macht der Verfasser darauf aufmerksam, daß das südliche Schweden, vom 58sten Breitengrad an, im Allgemeinen bedeutend höher ist als die unmittelbar daran stoßende nördliche Zone, welche die beiden großen Seen, den *Wettern* und *Wenern*, enthält ¹⁾, daß überdies jene Landstrecke aus weit härterem Gestein bestehe als die in *Ostgothland* und an der Nordseite des *Göthakanals* vorkommen; wo allem Ansehen nach eine bedeutende Landhöhe, die aus grobkörnigem losen Granit bestand, durch die Geröllfluth fortgerissen worden sey. Es ist also sehr wahrscheinlich, fährt er fort, obwohl es erst durch genauere Beobachtungen vollends entschieden werden kann, daß die südlich von *Jönköping* befindliche Landhöhe Veranlassung gegeben habe zu der bedeutenden Abweichung, die sich in der Richtung der Furchen zu *Westerwik* und *Uddevalla* zeigt, kurz, daß diese Furchen Seitenfurchen von der genannten Landhöhe seyen.

Anderweitige Abweichungen in der Richtung der Furchen glaubt der Verfasser einstweilen mit Stillschweigen übergehen zu müssen, bis man durch fernere Beobachtungen in den Stand gesetzt sey, genauere Betrachtun-

1) Um dieses noch deutlicher zu machen, theilt der Verfasser drei von Hrn. Hisinger entworfene Querprofile von Schweden mit.

tungen über die Richtung der Geröllfluth anstellen zu können.

Nachdem der Verfasser auf diese Weise seine Beobachtungen auseinandergesetzt hat, schreitet er zu einigen Vermuthungen über die Ursache des Phänomens und die dabei stattgefundenen Umstände. Wir geben sie im Nachstehenden größtentheils mit den eigenen Worten des Verfassers wieder.]

Ueber die Zeit, in welcher die Geröllfluth stattfand.

Betrachtet man die Furchen auf einem harten Gestein, welches von der Luft nicht angegriffen wird, so sollte man glauben, sie wären erst wenige Jahre alt, und nicht die Denkmäler einer Begebenheit, älter als alle menschliche Zeitrechnung. Auch würde man, wenn man mit einigen Geologen annimmt, daß die Bildung der Thäler durch Einwirkung der Atmosphäre auf die Berge geschah, an vielen Orten meinen, diesen Furchen nicht ein Alter von vielen Jahrhunderten beilegen zu müssen. Indessen ist diese Ansicht offenbar unrichtig, da ihr zwei wohl erwiesene Thatsachen widersprechen.

Für's Erste ist aus den Untersuchungen, welche in *Aegypten* während des Napoleonischen Feldzugs gemacht wurden, bekannt, daß dicht bei einem Steinbruch, in welchen Materialien zum Bau der Pyramiden gebrochen wurden, ein Felsblock liegt, der zum Transport zu groß gewesen zu seyn scheint, und deshalb in einem roh behauenen Zustand liegen geblieben ist. Nun sind, wie wohl seitdem fast 3000 Jahre verflossen sind, die Hieb- furchen auf dem Stein noch so frisch, wie wenn sie erst vor wenigen Jahren gemacht worden wären ¹⁾.

Zweitens giebt es bei dem großen Fall der *Dalelf*, unweit *Avestad*, und auch bei dem sogenannten kleinen Fall, verschiedene Felsen mit ausgezeichnet schönen Fur-

1) Die Pyramiden selbst sollen mit Kalkplatten belegt seyn, die von der Luft angegriffen werden.

chen, die gegen die dortige Richtung des Flusses einen Winkel von 75 bis 86 Graden machen. Dessenungeachtet fließt die Dalelf über diese Furchen, vielleicht schon länger als die ägyptischen Pyramiden stehen; sie führt beständig eine Masse Steine, Sand und Grand darüber hinweg, was natürlich eine Abnutzung hat zu Wege bringen müssen, aber dennoch ist diese während Jahrtausenden nicht so groß gewesen, daß die Deutlichkeit der Geröllfurchen dadurch an einigen Stellen gelitten hätte.

Aus dieser Deutlichkeit und Unversehrtheit scheint man also zu der Annahme berechtigt zu seyn, daß die Furchen nicht einer neueren Zeit angehören, sondern ein sehr hohes Alter haben.

Indefs sind sie jünger als die Formationen des *Uebergangs-Sandstein* und *Kalkstein* in *Ost- und Westgothland* und *Dalarne*, jünger als der *Trapp* in *Westgothland*, der *Porphy* in *Dalarne*, und die *Keuperbildungen* in der Gegend am *Omberg*, weil alle diese Formationen theils Spuren von Furchen tragen, theils als Bruchstücke unter dem Gerölle gefunden werden. Ob der *Grünsandstein* und die *Kreide* in *Schonen* jünger seyen als die Furchen, ist mir nicht bekannt.

Sind unsere Berge, nach der Bildung der petridelaunischen Furchen, aus ihrer Lage verrückt, gehoben oder gesenkt worden?

Diese Frage beschäftigte mich vom ersten Beginn meiner Untersuchung; allein ich habe keine genügende Antwort darauf gefunden. Betrachtet man die Berge in der Nachbarschaft von *Fahlun*, auch die ost- und südwärts davon, bis zu 1500 Fufs aufsteigenden, so hat man keinen Grund zu der Vermuthung, daß sie, nachdem die Geröllfluth über sie hinwegging, aus ihrer Lage verrückt wurden; denn so weit ich bisher beobachten konnte, stimmt damit die Richtung der Seitenfurchen allenthal-

ben überein. Indefs bedarf dies noch einer näheren Untersuchung auf Bergen, welche auf allen Seiten gefurchte Abhänge haben und einigermaßen isolirt liegen. Mittlerweile kann man annehmen, daß, wenn eine Verückung stattfand, es ganze Landschaften waren, die in einem zusammenhängenden Stück gehoben wurden; denn grössere oder kleine Risse und Verwerfungen finden sich nicht. Aeltere Sprünge, mit Trapp ausgefüllt, kommen allerdings vor, aber dieser Trapp ist gefurcht.

Südlich von *Bröms*, an der Gränze zwischen *Calmar-Län* und *Blekingen*, sah ich eine Erscheinung, die hievon eine Ausnahme zu machen scheint. Der Weg geht daselbst, auf einer grossen Strecke, über flache Granitfelsen hinweg, worauf sich keine Furchen zu befinden scheinen, da der Granit zu grobkörnig ist, um solche annehmen zu können; indes kann man doch durch Beobachtung der Stofs- und Leeseiten einigermaßen die Richtung der Furchen bestimmen; und sicher ist wenigstens, daß die Oberfläche durch die Geröllfluth abgenutzt wurde. Nun bilden aber die Felsen kein fortlaufendes Continuum, sondern sie sind unterbrochen, und die Stücke, die während der Abnutzung zusammensanken, liegen jetzt mit ihren Kanten abwechselnd höher und niedriger, ungefähr wie Eis liegen würde, wenn dasselbe bei hohem Wasserstande gebildet worden, das Wasser darauf gefallen und das Eis auf unebenen Boden abgelagert worden wäre. Hieraus sollte man schliessen, daß die Verwerfung Folge einer unterirdischen Ursache gewesen sey.

Indefs findet man weiter westlich, bei *Lösens-Kirche*, ein Paar hundert Schritt vom Wege einige Blöcke von ganz besonderem Aussehen. Betrachtet man sie näher, so erkennt man, daß sie alle Stücke eines grösseren Felsens sind, welcher auf seiner oberen Fläche gefurcht war, und durch eine horizontale, etwas nach Norden neigende Ablösung von dem darunter liegenden Berg abgetrennt ist. Auch entdeckt man bald, daß derselbe

Fels durch einen Stofs aus Norden verschoben und eine Strecke nach Süden fortgeführt, dabei auch theils durch den Stofs, theils durch seine eigene Last auf der unebenen Unterlage zerstückelt worden ist. Aehnliches scheint sich mit den zuvor erwähnten Felsen ereignet zu haben, und deren Verschiebung rührt also nicht her von einer aus der Erde gekommenen Kraft, sondern von einer äusseren. Die Annahme, dafs unsere Berge, einzeln genommen, nach der Geröllfluth im Zustande der Ruhe blieben, würde also durch die Beobachtungen bei *Bröms* nicht umgestofsen werden.

Was dagegen die Verrückung im Grofsen betrifft, so ist sie noch zweifelhafter. Hr. H. Wegelin, welcher verschiedene Untersuchungen über das petridelaunische Phänomen angestellt, hat dieselben auch bis zu den *Fjällen* an den Gränzen zwischen *Norwegen*, *Herjeä-dalen* und *Dalarne* ausgedehnt. Derselbe hat mir mitgetheilt, dafs die Rücken der *Fjällen* daselbst nicht aus festem zusammenhängenden Gestein bestehen, sondern aus gröfseren und kleineren Felsstücken, die scharfe Kanten haben, und also niemals können gerollt, sondern an Ort und Stelle müssen zerstückelt und zermalmt worden seyn. Wenn man an einem Ende derselben Furchen anträte, so müfste die Zertrümmerung natürlich nach der Geröllfluth geschehen seyn; aber diefs zu beobachten, ist bisher noch nicht geglückt.

Indefs ist auch ungewifs, ob die Zertrümmerung sich vor jener Fluth zutrug, weil möglicherweise die Fluth nicht bis zur Höhe der *Fjäll-Rücken* hinaufgereicht haben könnte. Eine von Hrn. Wegelin auf höheren Bergen in unseren Gegenden beobachtete Erscheinung, nämlich das Vorkommen grofser Massen zerstückelter, aber nicht gerollter Steine, macht diese Sache einstweilen noch zweifelhafter. An einem Porphyrberg, westlich vom *Siljan-See*, wo ich Gelegenheit hatte, dasselbe Phänomen zu sehen, hatten sich ähnliche Felsstücke von selbst,

durch Einwirkung der Atmosphäre, von den steilen, zerborstenen Bergwänden abgelöst.

Ueber die wahrscheinliche Schnelligkeit der Geröllfluth.

An verschiedenen Orten sah ich, schon bei meinen ersten Beobachtungen, daß wenn zwei gefurchte Felsen hinter einander und nahe beisammen in Richtung der Furchen lagen, der nördlichere auf der Stofsseite, sobald diese nicht zu steil war, Furchen hatte bis hinab zum Boden, wogegen der hintere Fels durch den vorderen geschützt blieb. Zugleich zeigte sich, daß das Geröll, wenn es über den höchsten Rücken des vorderen gegangen war, auf den hinteren Fels etwas tiefer gestossen hatte. Könnte man nun bestimmen den Punkt, wo das Geröll den vorderen Felsen verlief, so wie den Punkt, wo dasselbe den hinteren Felsen traf, und könnte man, sowohl in horizontaler als verticaler Richtung, den Abstand beider Punkte von einander messen, so wäre zu hoffen, daß sich, angenommen die Fallgeschwindigkeit wäre damals dieselbe wie jetzt gewesen, die horizontale Geschwindigkeit des Gerölls berechnen lassen würde.

Ich habe mich sehr bemüht, eine Stelle zu finden, wo eine solche Messung zu machen gewesen wäre, bisher aber keine finden können. Denn theils war der Abstand zwischen jenen Punkten zu unbedeutend, theils war die Stelle, welche Hoffnung zur Auffindung einer solchen Gelegenheit gab, mit großen Erdmassen bedeckt. Dazu kommt noch der Umstand, daß die Rollsteine umgeben waren von Sand und Grand, welche, nebst dem Wasser, den freien Fall jener Steine hindern mußten, was denn alle Berechnung unmöglich macht.

Später hoffte ich, daß man auf der östlichen und westlichen Abdachung eines etwas sanften Berges die Richtung der Furchen auf eine gewisse Strecke werde verfolgen können, um zu sehen, wie viel dieselben sich

auf dieser Strecke gesenkt haben; allein auch diese Hoffnung schlug fehl, und selbst, wenn sie erfüllt worden wäre, würde doch die Berechnung immer misslich geblieben seyn, da die Gröfse der Reibung unbekannt ist.

Wie lange dauerte die Geröllfluth? War sie ununterbrochen?

Die Hoffnungen, eine Antwort auf diese Fragen zu erhalten, waren immer schwach, und sind es noch. Indefs ist es möglich, zu bestimmen, zwischen welchen Gränzen die Antwort auf die erste Frage gesucht werden müsse. Aus einigen Erscheinungen ergibt sich nämlich so viel, dafs diese Fluth keine schnell vorübergehende oder plötzlich aufhörende war.

Der *erste* Grund zu der Annahme, dafs sie eine längere Zeit anhielt, ist der, dafs sie eine so ungeheure Masse harter Gesteine, wie Gneus und Granit, zu jenem feinen Sand zermalnte, mit dem in Europa ganze Länder, oft bis zu bedeutender Tiefe, bedeckt sind. Und doch sind diese Sandmassen höchst unbedeutend gegen die, welche gegenwärtig die Bänke auf dem Meeresboden bilden. Es ist übrigens nicht unwahrscheinlich, dafs die Sandmassen der grofsen Wüsten in Asien und Afrika ebenfalls das Product einer solchen Fluth sind, die demnach keine schnell vorübergehende seyn konnte.

Ein *zweiter* Grund für die Annahme einer langen Dauer der Geröllfluth geht aus der Erscheinung hervor, welche bei uns unter dem Namen der *Riesentöpfe* bekannt ist. Diese Riesentöpfe, deren schon T. Bergman in seiner »*Physikalischen Weltbeschreibung*,« §. 150, gedenkt, sind sphäroïdische Aushöhlungen in festem Gestein, und dürften in den meisten Fällen nicht anders als ein Erzeugniß der Geröllfluth seyn; ich sage in den meisten Fällen, denn allerdings giebt es auch Riesentöpfe, welche durch Wirkung unserer gewöhnlichen Gewässer entstanden sind. Dergleichen finden sich bei *Avestad*,

und auch, wie ich schon vor einigen Jahren bei der Kanalgrabung sah, ausgezeichnet schön an der Ostseite der *Dalelf* bei *Gagnefs Gråda*. Es wurde daselbst ein Kanal im ehemaligen Bette des Flusses gegraben, und als man beim Sprengen zum Behufe einer Schleuse an die Stelle kam, wo der Fluß vordem einen 9 Fuß hohen Wasserfall gebildet hatte, traf man in dem unteren Theile mehre Riesentöpfe an, von ein bis drei Fuß Tiefe, einige von solcher Gröfse, daß eine Person darin stehen konnte. In jedem dieser Töpfe fand man einen großen Stein, zuweilen auch noch mehre kleine, die alle rund geschliffen waren und eine sphäroïdische Gestalt mit glatter Oberfläche besaßen. Weiter unten am Ufer der Elf fand der Geschworene *Berndtson* einen ähnlichen vollkommen kugelrunden Porphyrstein, welcher vermuthlich zu leicht war, um sich, nachdem er bis zu einem gewissen Grad abgenutzt worden, noch in dem Riesentöpfe halten zu können.

Diese Riesentöpfe sind unbestreitbar durch Wasserfälle gebildet; sie wurden indess hier nur beiläufig angeführt, da sie nicht zu denen gehören, deren zum Beweise der oben gemachten Annahme gedacht wurde. — Die petridelaunischen Riesentöpfe sind von ganz anderer Beschaffenheit; sie liegen selten an der Stelle eines Wasserfalls, sondern meistens am Rande eines Berges, auch dort, wo die petridelaunische Fluth in die Höhe ging.

Einen solchen Riesentopf, obwohl von unbedeutender Gröfse und blofs im Zustande angefangener Bildung, findet sich ganz in der Nähe von *Stockholm*, an der Bergwand zwischen *Roslagstull* und *Albano*. Die petridelaunische Fluth ist hier von Norden über *Brunns-viken* gekommen und den steilen Berg bei *Albano* hinaufgegangen. An der Westseite dieses Berges, nahe der jetzigen Landstrafse, war ein Loch, dessen südlicher, etwas hervorragender Rand aus hartem Granit besteht. In

dieses Loch hatten sich ein oder mehre Rollsteine abgelagert, welche die Fluth, wegen des hervorspringenden Randes, nicht fortführen konnte, dafür aber unaufhörlich herumwirbelte. So entstand der Riesentopf, der jetzt beim Strafsenbau zum Theil weggesprengt worden ist.

Einer der schönsten Riesentöpfe dieser Art, der sich auf eine ganz andere Weise gebildet hat, findet sich bei *Trollhätta*. Es ist der, worin mehre Königliche Personen ihre Namen haben einhauen lassen. Er hat eine solche Gröfse, dafs zwölf Personen mit Bequemlichkeit darin Raum finden. Er liegt oben auf dem Berge, so hoch über der *Götha-Elf*, dafs er nicht als von ihr gebildet angesehen werden kann. Die benachbarten Furchen zeigen auch, dafs die Bildung dieses Riesentopfes der Geröllfluth angehört.

Dafs ein solcher Riesentopf nicht in kurzer Zeit entstanden seyn könne, ist leicht ersichtlich. Durch Gewalt kann es nicht geschehen seyn, nur ein langsames Abnutzen vermochte die Aushöhlung zu bewirken.

Die *zweite* Frage, nämlich: ob der Strom ein ununterbrochener oder periodischer war, ist noch schwerer zu beantworten. Die dazu erforderlichen Data lassen sich nicht in Eile sammeln, denn sie ergeben sich hauptsächlich bei Durchgrabung trocknen Erdreichs oder bei Durchschneidung von Gewässern, und da solche Arbeiten nicht eigends zum Behufe der Geologie unternommen werden, so mufs man warten, bis der Zufall Gelegenheit zu solchen Beobachtungen darbietet. Alsdann darf nicht mit ihnen gesäumt werden, denn kurz nachher stürzt das trockne Erdreich zusammen, und sein senkrechter Durchschnitt wird unkenntlich.

Aus dem Wenigen, was bisher beobachtet worden, scheint es glaublich, dafs die Fluth keine ununterbrochene war. Die Abwechslungen in unseren Erdschichten machen dies wahrscheinlich. So z. B. habe ich bei

Kragsbergs-Kirche in Ostgothland, in einer Grube, aus welcher Grand zum Strafsenbau gewonnen wird, gewöhnlichen Granitsand wechseln gesehen mit einem andern Sande, der wahrscheinlich von Sandstein abstammte, wenigstens kein Granitsand war. Es ist schwer zu begreifen, wie solche Abwechslungen hätten entstehen können, wenn nicht die Fluth Unterbrechungen erlitten hätte.

Vermuthlich wird diese Frage mit der Zeit eben so umständlich behandelt werden, als man jetzt wenig über sie zu sagen weifs.

War die Geröllfluth sehr gewaltsam?

Wären die Fragen der beiden vorhergehenden Paragraphen beantwortet, so würde es auch diese seyn. Da sich aber noch keine Antwort geben läfst, so mögen inzwischen einige Erscheinungen genannt werden, die wenigstens die Antwort vorbereiten können.

A. Schon zuvor wurde erwähnt, dafs es in *Blekingen* grofse Felsen giebt, die nach Süden, und zwar bergan, auf ihrer Unterlage fortgeschoben worden sind. Diefs scheint nur durch einen Stofs der Geröllfluth erklärlich.

Viele Geologen haben uns Nachricht gegeben von den auf den dänischen Inseln und in Norddeutschland vorkommenden ungeheuer grofsen Steinblöcken. Da Andere behaupten, das Meereis habe zu deren Fortführung beigetragen, so will ich hier eines Steines erwähnen, der wahrscheinlich nicht auf solche Weise fortgeschoben wurde, da er nicht weit von seiner früheren Stelle liegt. Er liegt auf der Ostseite der Anhöhe, auf welcher die Kirche von *Pelarne* in Småland erbaut ist. Berechnet nach seiner Gröfse wiegt er wenigstens sieben Millionen Pfund.

Zu den Erscheinungen dieser Art gehört ferner die in Schweden ganz allgemeine Erfahrung, dafs man bei Anlegung neuer Gruben selten vor ein bis zwei Lachtern Tiefe auf wahrhaft festes Gestein gelangt. Darüber

ist der Fels wie zertrümmert, voll von Rissen und Sprünge, und nicht selten endigen diese mit einer Kluft, welche mit fein geschläumtem Pulver von demselben oder einem anderen Gestein ausgefüllt ist. Besonders deutlich sieht man dieses in den bei *Skinnarängen* und *Kråk-näs*, eine Meile von Fahlun, neulich eröffneten Gruben.

B. Eine noch merkwürdigere Erscheinung, welche zu beweisen scheint, daß die petridelaunische Fluth mit bedeutender Kraft wirkte, zeigen die horizontal geschichteten Berge *Westgothlands*. Diese Berge ruhen auf Granit, 150 bis 330 F. über dem Meere, sind ihrerseits 500 bis 700 Fufs hoch, und bestehen sämmtlich aus denselben Felsarten in derselben Ordnung, nämlich zu unterst *Sandstein*, darauf *Alaunschiefer*, dann *Kalk* und zu oberst *Thonschiefer*. Nach der Meinung des Freiherrn Berzelius ¹⁾, welche allgemein angenommen wird, haben diese horizontal geschichteten Gesteine einst ganz *Skaraborgs-Län* bedeckt, sind aber durch eine mächtige Ursache abgerissen und fortgeführt, ausgenommen an den Orten, wo der Trapp, eine plutonische, harte und zähe Gebirgsart, einst (im geschmolzenen Zustande) aus dem Innern der Erde hervordrang und sich auf kleine Strecken über sie ausbreitete, und sie dadurch schützte.

Diese Ansicht bestätigt sich immer mehr und mehr, und noch im letzt verwichenen Sommer glückte es mir, neue Beweise für dieselbe aufzufinden. Denn *erstlich* fand ich sehr weit im Norden, am Fufse des *Tiveden*, $\frac{1}{4}$ Meile nördlich vom Gasthof zu *Hasselrör*, kleine stehen gebliebene Kuppen von Sandstein, welche gefurcht waren. Die ehemals darauf liegenden Gebirgsarten waren also fortgeführt, und dieß deutlich von der Geröllfluth. *Zweitens* beobachtete ich, daß der Trapp, auf der Spitze des Berges, Furchen hat, besonders deutlich und regelmäfsig am *Billingen*; und *drittens* ersah ich auf die unverkennbarste Weise, daß alle noch übriggeblie-

1) Dessen Jahresbericht, No. V S. 286.

benen Theile der horizontal geschichteten Berge vollkommen fortgerissen worden wären, so daß jetzt Keiner die geringste Ahnung von ihrer Anwesenheit haben würde, wenn nicht der Trapp als eine unangreifbare schwere Masse auf diesen lockeren horizontalen Schichten ruhte, und der Gewalt der petridelaunischen Fluth einen festen Widerstand entgegengestellt hätte.

Dieses zeigt sich deutlich am *Hunneberg*. Wenn man von *Lidköping* nach *Wenersborg* reist, führt der Weg zwischen den beiden Bergen *Hunneberg* und *Halleberg* hin, deren horizontal geschichteten Gebirgsarten man im verticalen Durchschnitt sieht, bedeckt zu oberst von einer über 100 F. dicken Trappmasse, deren äußerster Rand aus einer Reihe eben so viel Fuß hoher senkrechter Säulen von gewöhnlicher Basaltform besteht. Am Fuß des Berges liegt ein, 100 bis 300 Fuß hoher Haufen von Trappstücken, welcher oft das Profil der horizontal geschichteten Gebirgsmassen verdeckt. Das Ganze erscheint im Abstand von einigen Meilen und gewährt einen höchst seltsamen Anblick. Auch die einzelnen Säulen kann man unterscheiden, da der Gipfel des Berges eine Platte darstellt, bis zu dem Rande keine Abrundung zeigt und seine Seiten senkrecht sind. Man nähert sich erst dem *Hunneberg* an einer Stelle, wo er einen Einschnitt hat, durch den man ihn besteigen kann, und aus welchem ein Bach herunterkommt, der in den *Deltern*, eine Bucht des *Wenernsee*, fließt. Weiterhin oder näher beim Gasthofe zu *Munkesten* sind Schürfgruben (*Jordrymningar*) gemacht, um Kalkstein zu gewinnen, und da man dort den herabgestürzten Trapp fortgeschafft hat, so sieht man deutlich, daß die darunter gelegenen lockeren, horizontal geschichteten Gebirgsarten durch die Geröllfluth fortgeführt wurden, der Trapp also darüber hinausragte oder herüberhing, so daß sich unter einem Dache von Trapp ein niedriger Gang bildete zwischen den herabgestürzten Massen auf der einen, und den horizontal geschichteten

Gesteinen auf der andern Seite. Die Hügel am Fusse des Berges sind nichts anderes als herabgefallene Stücke von der überhängenden Trappmasse, deren Reste sich noch in schönster Basaltsäulenform zeigen. Da der Trapp so fest lag, so ist klar, dafs die Fluth nur mit grofser Schwierigkeit die darunter liegenden lockeren Bergarten fortzuführen vermochte; denn sie konnte dieselbe nur an den Rändern angreifen, wo sie einen gröfseren Widerstand leisten, ungefähr so wie es schwieriger ist Blätter aus einem Buche zu reißen, wenn es sich zwischen anderen Büchern eingeklemmt befindet, als wenn es frei steht.

Ungeachtet des Schutzes, den der Basalt gewährte, wäre dennoch vielleicht Alles durch die Fluth fortgerissen worden, wenn nicht noch ein *vierter* Umstand mitgewirkt hätte, welcher die Ansicht von Berzelius fernerweitig bestätigt.

Der zuvor erwähnte Einschnitt nämlich, in welchem der Bach herunterkommt, ist nicht, wie man wohl glauben könnte, die Folge einer von diesem Bach bewirkten Auswaschung. Auf der andern Seite des Berges finden sich gröfsere Gewässer, die nicht den geringsten Einschnitt in den Trapp hervorzubringen im Stande waren. Der genannte Einschnitt ist vielmehr die Oeffnung, durch welche der Trapp heraufdrang; bei dem Erkalten sank ein grofser Theil desselben wieder hinab, und hinterliefs eine Vertiefung, deren eine Seite von der Rollsteinfluth weggerissen wurde. Diefs ergibt sich deutlich, wenn man das Tiefste des Einschnitts von unten nach oben verfolgt; dann sieht man, dafs der Trapp sich durch den Thonschiefer gedrängt, und dessen Lamellen zu beiden Seiten in die Höhe gebogen hat, dafs der Thonschiefer näher am Trapp oder in Berührung mit demselben in ein hartes Gestein verwandelt worden ist, an dem man kaum eine Spur von Blättrigkeit wahrnimmt.

An dieser Stelle nun traf die Geröllfluth, unter dem Trapp, nicht mehr die lockeren, horizontal geschichteten Massen, sondern wirklichen Trapp oder hartgebrannten Thonschiefer, welche beide ihr einen unüberwindlichen Widerstand entgegenstellten. Da nun ferner diese Stelle gerade an der Stofsseite (Nordseite) des Berges liegt, so mußte dieß nothwendig in bedeutendem Grade mitwirken, den ganzen Berg vor der Fortspülung zu schützen.

Auf den übrigen Bergen *West-Gothlands* scheinen es mächtige Lager eines festen Kalksteins gewesen zu seyn, welche diesen Schutz gewährten.

Ein *fünfter* Grund für Berzelius's Meinung ist der, daß am *Hunneberg* nur auf dessen Leeseite Trümmer von seinen oberen Gesteinen unter dem Grand und Gerölle angetroffen werden, und daß der Uebergang von diesen Trümmern zu solchen, die nur aus Sandsteinsand bestehen, so scharf ist, daß man, wie z. B. beim Wirthshause zu *Bursle*, auf einer Strecke von ungefähr 2000 Fufs von der einen auf die andere kommt.

Berzelius's Ansicht scheint also so vollkommen richtig zu seyn, wie nur ein Ereigniß, so lange nachher, noch sicher erklärt werden kann; und daher sind wir auch berechtigt, der Geröllfluth eine bedeutende Gewalt beizulegen.

In *Oerebro-* und *Calmar-Län*, in *Ost-Gothland* und *Småland*, findet man auch Spuren ähnlicher Erscheinungen. Vier bis fünf Meilen südlich von *Oerebro*, südlich von den Wirthshäusern zu *Wredstorp* und *Svennevad*, findet man Grand von Kalkstein und Alaunschiefer, gerade in Richtung der Geröllfluth von der vormaligen Lagerstätte dieser Gesteine her; höher hinauf, auf der Landhöhe, südöstlich von *Jönköping*, kommt *östgothländischer* Sandstein vor.

Es ist überdieß ganz gewöhnlich, daß man Gerölle zu Abhängen von 33° bis 40° Neigung hinaufgeführt findet, und dazu gehörte in Wahrheit keine geringe Kraft.

Tiefe der Geröllfluth.

Wie tief die Geröllfluth gewesen sey, läßt sich nicht eher bestimmen, als bis entschieden ist, ob sich, nach derselben, das Land bedeutend hob. War dieß nicht der Fall, so haben wir einen Anhaltspunkt daran, daß zu *Carlscrona* Furchen 21 Fufs unter der Meeresfläche gefunden werden, dagegen bei *Särna* in *Dalarne* solche ungefähr 1500 Fufs über derselben vorkommen. Inzwischen dürfte man annehmen können, daß Berge, wie der *Höglärnsklak*, *Pilboberg*, *Taberg*, *Omberg*, *Billingen* und *Kinnekulle*, ihre relative Höhe über dem benachbarten Lande, wie sie war, als die Geröllfluth über sie hinwegging, behalten haben. In diesem Falle hat die Fluth ihren Einfluß bis zu einer Höhe von wenigstens 800 Fufs geäußert, und bis zu dieser Höhe die Rollsteine mit sich geführt, welche die Berge furchten.

Ueber die allgemeine Richtung der Furchen im südlichen Schweden.

Ein bestimmtes Urtheil hierüber fällen zu wollen, ist ebenfalls noch zu früh; allein es lassen sich doch einige Betrachtungen anstellen, die Beachtung verdienen, weil sie Anlaß zu genaueren Untersuchungen geben können, zumal, wenn sie aus Ansichten hervorgehen, welche diesen widerstreiten; denn dann werden Thatsachen, auf welche die Antwort gegründet werden soll, am besten erforscht.

Betrachtet man die Karte, Taf. V, auf welcher die Richtungen der Furchen in Süd-Schweden angegeben sind, so kann man nicht unterlassen sich die Frage zu stellen: *Ist die Geröllfluth von den erhabensten Höhen des Landes herabgekommen, und hat sie sich nach allen Seiten hin fortgepflanzt, — oder ist sie weiter von Norden her gekommen, und hat sie sich über das ganze Land verbreitet oder wenigstens über so viel, als unter ihrer Oberfläche lag?*

Allein die Karte zeigt auch, daß man erst, nachdem Furchen im *nördlichen Schweden*, in *Norwegen* und *Finnland* beobachtet worden sind, sich Hoffnung machen darf, diese vorläufigen Fragen und demnächst auch die Hauptfrage beantwortet zu sehen. Zu einer allgemeineren Beantwortung werden wahrscheinlich Beobachtungen des petridelaunischen Phänomens in *Rußland* und *Nordamerika* erfordert, von wo übrigens das Vorkommen desselben schon bekannt ist.

Vermuthungsweise läßt sich indess schon Einiges aus den bereits gemachten Erfahrungen sagen.

Betrachtet man die Richtung der Furchen bei *Fahlun*, bei *Uddevalla* und bei *Westervik*, so scheint es, als sey die Fluth von den Höhen des Landes herabgekommen und habe sich nach allen Seiten ausgebreitet. Ob dies geschah, als der Landrücken sich hob, oder nachdem er schon seine Höhe erlangt hatte, durch einen Wolkenbruch oder Etwas dem Aehnliches, ist eine Frage, die sich erst beantworten läßt, wenn ermittelt ist, ob das Wasser nach allen Seiten geströmt sey.

Wir wollen sehen, was für jetzt in einigen Fällen die Erfahrung hierüber sagt.

a) Die größten Landhöhen in Skandinavien liegen beim *Snöhättan*, nordwestlich von *Christiania*. Dort müßten also die Furchen nach *Südosten* gehen; allein sie gehen nach *Südwest* oder winkelrecht gegen die vorausgesetzte Richtung.

b) Eben so hätten die Furchen bei *Gefle* nach *Südosten* gehen müssen; aber auch hier, so wie an der ganzen Küste des nördlichen *Upland*, gehen die Furchen nach *Südwest*, und nicht *bergab*, sondern *bergan*, wie an vielen Punkten an ganz steilen Abhängen, z. B. bei *Carlholm*, *Oeregrund*, *Harg*, *Grislehamn*, *Väddön*, *Vårdkasberget* u. s. w.

c) Oestlich von *Carlsrona* verhält es sich fast eben so.

Aus diesen Thatsachen scheint hervorzugehen, daß die Geröllfluth nicht von den Höhen des Landes herabkam, sondern herüber vom *Bothnischen Meere* und *Meerbusen*, und daß sie nach *Südwesten* oder *Südsüdwesten* ging.

Hingegen spricht zwar die Richtung der Furchen bei *Fahlun* und *Westervik*, im Fall dieselben normale Furchen sind; allein bei näherer Betrachtung findet man, daß sie Seitenfurchen sind, nämlich die bei *Fahlun* Seitenfurchen von den Landhöhen in *Dalarne*, und die bei *Westervik* Seitenfurchen von den großen Landhöhen südlich von *Jönköping*. Sie beweisen also nichts gegen die Annahme, daß der Geröllstrom aus Nordosten gekommen sey.

Dagegen wird die Annahme durch folgende Beobachtungen unterstützt:

d) Die größeren Gewässer und Inseln: der *Wetter-* und *Wener-See*, die Inseln *Gottland* und *Oeland* strecken sich nach Südwest. Die Arme des *Mälar-Sees* gehen zwar in einer anderen Richtung, gleichwie die Furchen in dessen Nachbarschaft; allein diese gehen von der Umgegend *Fahlun's* aus, und werden sodann Seitenfurchen zu den bedeutenden Landhöhen südlich um *Strengnäs* und *Eskilstuna*.

e) Die Sandbänke in der Ostsee, südlich am *Finngrunde*, südlich bei *Gottlands-Sandö*, südlich bei *Gottland*, und südlich bei *Bornholm*, haben auch eine Ausdehnung nach Südwesten.

f) An der Nord- oder Stofsseite des Vorgebirges, welches das Land östlich von *Stockholm* (*Roslagen*, *Södertörn*) bildet, ist das Meer ziemlich frei von Scheeren (Klippen), während es an der Süd- oder Leeseite desselben Vorgebirges ganz erfüllt ist mit solchen. Diefß ergibt sich aus der beigegeführten Karte, und noch mehr aus den größeren Karten, den Provinzkarten und der Seekarte von Hrn. Af Klint. Nach der neuen Generalstabskarte von *Rufsland* zu urtheilen, würde die Nordküste des finnischen

schen Meerbusens aus gleichem Grunde die Leeseite, und die Südküste die Stofsseite seyn.

g) Endlich mag noch als Beweis für die oftgenannte Annahme hervorgehoben werden die Richtungs-Verschiedenheit zwischen den Furchen auf den Gipfeln vom *Omberg*, *Taberg*, *Billingen*, *Kinnekulle* und *Stora Tiveden*, und denen am östlichen Fusse dieser Berge. Auf den Gipfeln ist die Fluth der allgemeineren Richtung gefolgt, wogegen sie weiter unten am Fufs der Berge sich nach den Unebenheiten richten mußte, um sich durch sie hindurchzuwinden.

Von den Sandäsarn.

Die Frage über die Bildung der Sandäsar steht offenbar im Zusammenhang mit den bisher verhandelten, und wird mit jenen zugleich ihre Beantwortung finden. Mittlerweile habe ich, da die Äsar so viel Aufsehen erregt haben, auch auf sie meine Aufmerksamkeit gerichtet. Zunächst muß ich bemerken, daß sie auf den Karten von Hermelin und Af Forsell nicht ganz richtig gezeichnet sind. Selten findet man sie in der Natur von solcher Länge, wie jene Karten sie angeben. In Wirklichkeit bestehen sie aus mehreren kleineren Äsarn, zwischen welchen kein anderer Zusammenhang da ist, als daß die Landstrasse über sie alle hinweggeht, bloß weil unsere Vorfahren bei Anlegung von Strassen vorzugsweise die Anhöhen gewählt haben.

Die kleineren Äsar liegen meistens an der Leeseite eines anstehenden Felsens; doch giebt es auch einige ohne eine solche Schutzwehr.

Mehrentheils haben sie dieselbe Richtung wie die Furchen in der Gegend, und scheinen sich gerne dort abgelagert zu haben, wo letztere convergiren und divergiren. Im Allgemeinen ist es jedoch schwer, eine Regel für ihre Bildung aufzufinden, eben so schwer, wie wenn man für die Gestalt zusammengewerter Schneemas-

sen, selbst wenn der Wind dabei unverändert bliefs, die Ursache aufsuchen wollte. Die geringste Unebenheit auf einem sonst glatten Eise kann zu grossen Schneeanhäufungen von der wunderbarsten Gestalt Veranlassung geben. Uebrigens bilden sich auch in Strömen und bei Ueberschwemmungen unter unseren Augen Sand- und Grandbänke von der unerklärlichsten Gestalt.

Von der Kraft, durch welche die Geröllfluth hervorgebracht wurde.

Die letzte Ursache dieser Kraft wird uns wohl für immer verborgen bleiben. Auch vermögen wir nicht zu ergründen, warum eine so gewaltige Fluth sich über den Erdball ergofs; allein wir können doch einsehen, dafs, wenn sie nicht eingetreten, wenn nicht ein grosfer Theil der Erdkruste in 'Grand und Sand und Staub verwandelt worden wäre, der gröfste Theil derselben aus festen Felsen bestehen würde, auf welchem kein lebendes Wesen gedeihen könnte. Eben so dürfen wir die Hoffnung nicht aufgeben, dafs, wenn gleich uns nicht vergönnt ist, die Ursache dieser Kraft zu erkennen, wir doch einige Umstände ihrer Wirkungsweise noch ermitteln werden.

Beim Nachdenken über die Ursachen der Geröllfluth bieten sich offenbar zwei mögliche Fälle dar. Entweder wurden die Rollsteine durch irgend eine äufsere Kraft in Bewegung gesetzt gegen die Oberfläche der Erde, die ihrerseits in relativer Ruhe blieb; oder die Erde bewegte sich in einer Richtung, nach welcher die Rollsteine in relativer Ruhe waren. Die in Bezug auf die Ursache solcher Bewegungen aufgestellten Hypothesen: Veränderungen in der Lage der Erdaxe, in der Geschwindigkeit ihrer Umdrehung u. s. w. sind bekannt genug, muntern aber nicht auf, sie durch eine neue ähnliche zu vermehren. Wir wollen uns daher nur auf die Frage beschränken, ob es ein Kennzeichen gebe, welches zeigt,

ob das Geröll sich gegen die Erde, oder diese gegen jenes bewegt habe. Ein solches Kennzeichen kann in der That möglicherweise gefunden werden.

Wenn man z. B. die Beobachtungen der Furchen über die ganze Erdoberfläche ausdehnte, untersuchte, ob sie auf der südlichen Halbkugel eben so vorkommen wie auf der nördlichen, so würde man wahrscheinlich schon bedeutenden Aufschluss über diese Frage erlangen.

Eben so ist glaublich, daß wenn die Geröllmasse sich durch eigene Kraft, oder besser noch, durch eine *vis a tergo* gegen die Erde bewegte, die Schnelligkeit alsdann auf der Oberfläche gröfser gewesen seyn müfste als in der Tiefe, wogegen das Umgekehrte stattgefunden haben würde, wenn die Erde sich gegen die Geröllmasse bewegt hätte. Fände man nun ein Kennzeichen, durch welches sich entscheiden liefse, ob die Geschwindigkeit gröfser war an der Oberfläche als in der Tiefe, so würde die Antwort auch einigermassen sicher gegeben seyn. Eine genauere Untersuchung der Berge in Westgothland würde hierüber vielleicht einigen Aufschluss geben.

Wenn die Geröllmasse durch eine *vis a tergo* bewegt wurde, so scheint es auch, als müfste sie gröfsere Schwierigkeit darin gefunden haben, grofse Felsstücke von der Leeseite der Berge abzureifsen; eben so müfste sich in der Lage und Beschaffenheit der auf dieser Seite liegenden Massen eine Verschiedenheit zeigen.

Ferner möchten Durchschnitte von mächtigen Grand- und Sandmassen darüber einigen Aufschluss geben; denn wo die Schnelligkeit sehr grofs war, mußte die feine Erde fortgeschwemmt werden und der Grand liegen bleiben. — Merkwürdig ist in dieser Beziehung das Verhalten unterhalb *Avestad*, wo die *Dalelf* ein Sandlager von 114 Fufs Mächtigkeit durchschneidet, unter welchem Felsen vorkommen mit Furchen, die rechtwinklich auf

der jetzigen Richtung des Flusses liegen. Hätte sich die Geröllfluth durch eine *vis a tergo* bewegt, so würde sie das Thal, worin jetzt die Dalelf fließt, bald zugeschwemmt haben, da sie quer darüber ging, und dann würden die Felsen weniger gefurcht worden seyn.

[Hiemit enden die Betrachtungen des Verfassers, so weit sie das Phänomen in Schweden betreffen. Was nun noch folgt, besteht, aufser einer Anleitung zum Beobachten der Furchen, aus einer Reihe von Briefen, die im Sommer 1836 auf einer Reise durch Deutschland (über Berlin, Dresden, Prag, Wien, München, Frankfurt, Cöln nach England und zurück), über verwandte geologische Gegenstände an die K. Academie in Stockholm geschrieben wurden. Der Raum verstattet uns leider nicht diese Briefe in Ausführlichkeit mitzutheilen, wir wollen uns daher nur darauf beschränken, aus einem der letzten einige Momente hervorzuheben.]

In Berlin — so heist es in diesem Briefe — sagte mir Prof. G. Rose, es sey ihm, als er in diesem Sommer (1836) *Rüdersdorf*, östlich von Berlin, besuchte, von dem Verwalter des dortigen Kalkbruchs als etwas ganz Besonderes mitgetheilt, dafs man bei einer Schurarbeit, die man im letzten Frühjahr gemacht, um eine neue Sprengung vorzunehmen, den Kalkfelsen auf der Oberfläche, unter der Dammerde, abgenutzt oder geschliffen gefunden habe, mit deutlichen Riefen darauf. Prof. Rose hatte sich bemüht zu erfahren, in welcher Richtung diese gingen; aber sie waren bereits fortgesprengt, und Keiner hatte, wie es scheint, genau darauf geachtet. Indefs ist diefs doch ein Beweis, dafs Furchen in Deutschland vorkommen. Oberhalb Pirna sah ich selbst dergleichen in einem harten Sandstein; da aber diese für ein ungetübtes Auge nicht erkennbar sind, so kann ich die Aufmerksam-

keit nicht darauf hinleiten. Ueberdies haben sie keine gute Lage zur Bestimmung ihrer Richtung ¹⁾).

In Berlin hatte ich ferner Gelegenheit verschiedene englische Seekarten kennen zu lernen, von denen ich die lehrreichsten für mich kaufte. Auf einer derselben, nämlich Purdy's *General Chart of the Atlantic Ocean* (London 1816) sieht man auf die unverkennbarste Weise, daß in der *Nordsee* und im *Skagerak* die Sandbänke in Lee an der Südseite von Norwegen liegen. Weiter westlich, zwischen *Norwegen* und *Schottland*, ist das Meer tief, und diese Tiefe erstreckt sich herab bis nach *Hull*, an der englischen Küste. An der Südküste von Norwegen findet sich zwar auch eine bedeutende Vertiefung, aber diese ist entweder durch den aus dem

- 1) Der Hr. Verfasser bemühte sich an verschiedenen Orten in Deutschland Furchen auf Felsen zu entdecken, ohne indess seinen Zweck genügend zu erreichen. Bei Prag z. B. glaubte er der *Tablitzerberg* würde zu dergleichen Beobachtungen geeignet seyn; allein bei näherer Besichtigung fand er, daß das Gestein dieses Berges (Kieselschiefer) zu hart sey, um Furchen annehmen zu können. Aus verschiedenen Anzeigen, namentlich aus dem Vorkommen eines Zuges von schneeweißen Quarzgeschieben, der sich ungefähr von NO. nach SW. quer über ganz Böhmen bei *Budweis* vorbei (wo Glashütten auf die Benutzung dieser Geschiebe angelegt sind) bis in die Gegend von Linz in Niederösterreich ausdehnt, und seinen Ursprung von dem Jeschen und anderen Quarzbergen in der Nordostecke von Böhmen bei *Friedland* und *Reichenberg* nimmt, glaubt derselbe indessen schliessen zu dürfen, daß die Fluth in südlicher Richtung (10° bis 15° nach SVV.) über Böhmen fortging. In *Steyermark* erfuhr er von Sr. K. Hoheit dem Erzherzoge Johann und dessen Secretär, dem Hrn. Zahlbrüchner, daß auf dem Plateaux der dortigen Alpen Furchen vorkämen, oft so groß wie Wagengeleise auf einer Landstrasse; der Kataster-Ingenieur Schmutz in Steyer versicherte ihm sogar, daß dergleichen Furchen noch auf Höhen von 8000 Fuß angetroffen würden. Wegen ungünstiger Witterung hatte er selbst indess nicht Gelegenheit sich von diesen Angaben zu überzeugen. Auch am *Harz* waren seine Bemühungen zur Auffindung von Furchen vergeblich, wiewohl ihm Hr. Hofrath Hausmann versicherte, daß nach dem Vorkommen von Rissen auf Muschelkalk nicht an deren Existenz zu zweifeln sey.

Christianiafjord herkommenden Strom oder durch die von Norwegens südlichen Fjällen herabstürzenden Wasserfällen ausgegraben worden.

Aehnlich liegen die Sandbänke im Süden von *England* und *Irland*, und im Süden von der *Bretagne*, dem nordwestlichen Vorgebirge *Frankreichs*. Dagegen ist die Nordküste von *Spanien* vollkommen rein gespült, so daß daselbst fast nur noch feste Klippen vorkommen. Eben so verhält es sich mit der Nordküste von *Schottland*, den *Orkney*- und *Shetland's*-Inseln.

An der Leeseite der Portugiesischen Küste findet man Sandgrund, aber keine eigentliche Sandbank; dieß ist erst der Fall jenseits des *Cabo de Santa Maria*, in Lee von der Südwestküste *Andalusiens*.

Die Nordwestküste von Afrika hat keine bedeutende Sandbank; allein bei *Cap blanco*, wo die Küste eine ganz südliche Richtung nimmt, hat sich eine Sandbank abgelagert, welche vom *Cap Verde* an, wo die Küste nach Südosten umbiegt, zu mehren Seemeilen Breite anwächst. Längs der Küste von Guinea ist sie abermals unbedeutend, und sie kommt erst wieder zum Vorschein beim *Cap der guten Hoffnung*, wo sich die weit ausge dehnte, so berühmte *Nadelbank* abgelagert hat. — Nach den Beschreibungen und Zeichnungen zu urtheilen, verhält es sich mit dem *Tafelberge*, am Cap der guten Hoffnung, ganz wie mit den Sandsteinfelsen der Sächsischen Schweiz. Und aus Allem ist wahrscheinlich, daß die Geröllfluth, welche in Richtung nach Süden oder Südwesten über *Skandinavien*, *Deutschland* und *England* hinwegging, auch in derselben Richtung ihren Weg über das südliche *Europa* und *Afrika* fortsetzte.

Ob sie später ihren Lauf geändert habe, läßt sich nicht genau bestimmen; allein nach den Berichten der Schriftsteller über *Van Diemens-Land*, *Neu Holland* und andern Inseln Australiens sind daselbst die südlichen Küsten felsig, die nördlichen dagegen umgeben von Sand-

bänken, so daß es sehr wahrscheinlich wird, die Fluth sey daselbst nach Norden gegangen. Zu urtheilen nach zwei Seekarten von Horsburgh über das Fahrwasser um *Sumatra* und *Java*, wo Klippen die südlichen, und Sandbänke die nördlichen Küsten umgeben, scheint auch dort die Fluth eine Richtung nach Norden gehabt zu haben. Wenn sich diess durch Beobachtungen an Ort und Stelle bestätigte, so würde die Fluth auch über das östliche Asien nach Norden gegangen seyn, nordwestlich über *Nova-Semlja* und südlich über *Grönland*. Dadurch würde zugleich das Vorkommen der Gerippe von Elephanten und sonstigen Thieren im nördlichen Sibirien und anderen Ländern, wo dieselben schwerlich können gelebt haben, möglicherweise seine Erklärung finden.

Doch Hypothesen, setzt der Verfasser hinzu, sind keine Erklärungen, und deshalb breche ich hier ab.

IX. *Bemerkungen zu vorstehendem Aufsatz.*

Herrn Sefström's Beobachtungen sind aller Aufmerksamkeit würdig, vorzüglich da er sie über einen so grossen Theil von Schweden verfolgt hat. Es ist sehr denkbar, daß die große Masse von Blöcken, welche sich über die baltischen Niederungen zerstreut findet, Spuren ihres Weges von Norden her zurückgelassen habe, und es ist höchst verdienstlich diese Spuren aufzusuchen und zu verfolgen. Daß aber Hr. Sefström die Untersuchung dieser eben so grossen und auffallenden, als auch belehrenden geognostischen Erscheinung auf halbem Wege abgebrochen und es vorgezogen hat, sich in ganz unbegründete Hypothesen einzulassen, ist eben so einleuchtend. Man sollte fast glauben, es sey ihm ganz unbekannt gewesen, wie die *südlichen* Gränzen dieser Er-

scheinung mit grossem Fleiss vorzüglich von Friedrich Hoffmann durch Westphalen und Niedersachsen, dann vom Bergrath Pusch, zu Warschau, durch Polen und Rußland verfolgt worden sind ¹⁾). Eben diese Bestimmungen beweisen aber, dafs die Erscheinung weiter auszudehnen nur in Irrthümer führen kann. — Was soll man denn sagen, wenn man sieht, dafs die nördische Fluth über ganz Deutschland, ja über die Alpen weg, und, durch Seekarten verleitet, bis zur Südspitze von

1) Pusch, *geognostische Beschreibung von Polen*, Bd. II S. 571.

Es ist eine klare, lichtvolle, genaue und an gut beobachteten That- sachen reiche Entwicklung der ganzen Erscheinung. Einige seiner Resultate sind folgende: Die Bestimmung der Gränzen erweisen, dafs die Felsblöcke von den östlichen Küsten Englands, durch die nördlichen Niederlande, das flache Norddeutschland bis zum nördlichen und östlichen Fusse des Teutoburger Waldes, des Wesergebirges, Harzes, Erzgebirges und der Sudeten durch Polen und Rußland von Norden her, bis zu einer Linie von Kozielow bis Twer, mithin in einem grossen, gegen Süden gerichteten Kreisbogen verbreitet sind, dessen Mittelpunkt in Skandinavien liegt. — Die petrographische Beschaffenheit dieser Blöcke beweist, dafs die, welche vom nördlichen Rußland bis zum Niemen verbreitet sind, nur vom Onega-See und aus Finnland: dafs die, welche durch Preussen und Polen zerstreut sind, grösstentheils ebenfalls noch aus finnländischen Gebirgen abstammen, sich aber schon mit schwedischen Gesteinen vermengen; dafs ferner alle durch das nördliche Deutschland und die Niederlande zerstreuten ihren Ursprung in den Gebirgen von Schweden und Norwegen haben, und die auf der östlichen englischen Küste nur norwegisch zu seyn scheinen. Noch viele andere Betrachtungen und Angaben über Lagerung dieser Blöcke, welche Hr. Pusch vorträgt, und so viele, die wir Friedrich Hoffmann verdanken, dürfen von schwedischen Geognosten gar nicht übersehen werden, wenn sie lehrreich und gründlich über die ganze Erscheinung urtheilen wollen.

Manche wichtige, hierher gehörige Beobachtung findet sich auch in Wilhelm Schultz's Beiträgen zur Geognosie, Berlin 1821, und in seinen Grund- und Aufrissen zur Bergbaukunde, 1823; vorzüglich S. 63. Der Sand der baltischen Flächen liegt unter den Blöcken, und gehört grösstentheils dem, aus einer älteren Periode herstammenden Braunkohlengebirge. Hr. Sefström hält ihn irrig für ein Product der nordischen Fluth.

Afrika verfolgt wird. Kann ein großer Name hinreichend seyn, einer Hoffnung Gehalt zu geben, daß, durch solche Fluth geleitet, die Seefahrer Sandbänke im atlantischen Meere im Voraus ahnden werden, wenn solche Hoffnung auf so bodenlosem Grunde gebaut ist? — Daß aus *jedem Thale* der Alpen in den *verschiedensten* Richtungen und bis in weite Ferne ganz ähnliche Fluthen hervorgehen, ein Gegenstand, über welchem doch schon so viel verhandelt worden ist, war Hr. Sefström auch nicht einmal gegenwärtig, als er sich in den Steyerschen Gebirgen befand, auch nicht bei München. Daß dieses Hervorbrechen von Fluthen wahrscheinlich allen Thälern in primitiven Gebirgen gemein sey, ist daher von ihm noch viel weniger beachtet worden. — Die Hauptursache dieses Fehlgriffs scheint wohl darin zu liegen, daß Hr. Sefström nur Risse und Reifen durch fortgeführte Blöcke beobachtet und verfolgt, die Blöcke selbst aber und ihre Natur und Beschaffenheit gar nicht. Dennoch wie groß ist doch nicht das Heer wichtiger Fragen, welche in dieser Hinsicht zu beantworten wären? Wo sind solche Blöcke am meisten gehäuft? Bis zu welcher Höhe im Norden kann man sie verfolgen? Blöcke nämlich, welche dem Boden *fremdartig* sind, auf welchem sie liegen, welches sehr verschieden ist, von den zuweilen unabsehbaren Feldern loser Blöcke, welche vorzüglich auf Granitplateaux zu liegen pflegen, *Teufelsmühlen*, welche wahrscheinlich mit der Erhebung dieser Granitmassen, nicht aber mit den Erhebungen der fortführenden Fluthen in unmittelbarer Verbindung stehen. — Sind Blöcke im südlichen Schweden, die dort vielleicht in großer Menge vorkommen, mit Bestimmtheit, durch ihre Natur geleitet, bis in die einzelnen Thäler herauf zu verfolgen? wie jedes Alpenthal seine eigenthümlichen Blöcke hervorschiebt, deren Ursprung sich am Anfange dieser Thäler leicht auffinden läßt. — Nur zufällig erfahren wir, daß Porphyre von Elfdalen bei Fahlun vor-

kommen; in welcher Gröfse, in welcher Menge, erfahren wir nicht, noch weniger wie weit fort und wo man sie noch weiter findet.

Alle Untersuchungen dieser Art, die dem aufmerksamen Beobachter in Schweden noch in Fülle sich darbieten würden, leiten zuverlässig sicherer und bestimmter zu den Ursachen der grofsen Erscheinung, als alle Ritzen und Reifen. — Mögen wir dankbar Hrn. Sefström's Untersuchungen aufnehmen, aber uns nicht verhehlen, dafs, so lange sie allein stehen, sie nichts weiter als eine Erregung zu weiteren Untersuchungen seyn können, am allerwenigsten aber einer so weiten Ausdehnung fähig sind, als man ihnen gern hat zuschreiben wollen, und welche vielleicht noch gar veranlassen könnte, wie es bei ähnlichen Beobachtungen wohl schon geschehen ist, sie von kosmischen Erscheinungen, von Sonne, Mond und Sternen, abhängig zu glauben.

Leopold v. Buch.

X. *Ueber die Hochebene von Bogota;
von Alexander von Humboldt.*

(Aus den Berichten der K. Preufs. Academie der Wissenschaften.)

Die Andeskette, wie alle grofsen Gebirgsketten der alten und neuen Welt, bietet mehr oder minder ausgedehnte Hochebenen dar. Sie liegen stufenweise übereinander, und sind meist durch enge Schluchten (Thäler, die senkrecht die Hauptaxe des Gebirges durchschneiden) verbunden. Diese sehr bekannte Erscheinung wiederholt sich selbst am Abhange isolirt stehender Berge. Was der Andeskette aber eigenthümlich ist, und sich in gleichem Maafse nirgends in dem alten Continent wiederholt, ist der Umstand, dafs dort grofse, reiche und wohl bevölkerte Städte in den Hochebenen selbst ge-

gründet sind; fast reihenweise in gleichem Abstände vom Aequator, zwischen 36° nördlicher und eben so viel südlicher Breite, von Neu-Mexico bis Chili. Die Ursache dieser sonderbaren Städtegründung muß man suchen in der Richtung der frühesten Völkerwanderungen, in der Furcht aller Bergvölker, in die heißen Ebenen hinabzusteigen, in der Wahl der nährenden Pflanzen, welche früh ein Gegenstand des Ackerbaues geworden sind. Die europäischen Ansiedler folgten überall der alten Cultur: sie haben die eroberten Städte erweitert, doch ihnen selten neue Namen gegeben. Wenn man Caracas, Popayan, Mexico, Quito, La Paz und Potosi nennt, so reiht man genau in dieser Folge Stationen an einander, die sich senkrecht zu Luftschichten zwischen 2800 bis 13,000 Fufs Höhe über die Meeresfläche erheben, meteorologische Warten, gewiss einst Sitze wissenschaftlicher Bildung, in welchen durch permanente Bewohnung die wichtigsten Aufschlüsse über den mittleren Zustand der Atmosphäre nach Verschiedenheit der Höhe und geographischen Breite erlangt werden können. Die asiatischen Bergländer zeigen uns höher bewohnte Dorfschaften und Meierhöfe am nördlichen Abhange des Himalaya, wie in West-Tübet, am Küenlun und in dem Plateau von Pamer gegen den Bolor hin, aber keineswegs eine Reihe großer Städte. Kaschmir liegt, nach Victor Jacquemont und Baron von Hügel, nur 5000 oder 5400 Par. Fufs hoch, es erreicht also noch nicht die unbedeutende Höhe der Stadt Popayan. Der Paß, auf dem Burnes zwischen Kabul und Balkh den Hindu-Kho, bei dem alten Bamiyan, überschritt, ist auf dem höchsten Punkte fast 1000 Fufs niedriger als das Straßsenpflaster der oberen Stadt Potosi.

In diesen allgemeinen Betrachtungen, welche der Abhandlung zum Eingange dienen, untersucht Hr. v. H. die Stellen der Alten, in denen das allgemeine Gesetz der, unabhängig von der geographischen Breite, mit der bloßen Erhebung des Bodens zunehmenden Kälte der

Klimate ausgesprochen ist. Der von Herodot geläugneten Schneeberge in Afrika zwischen den Wendekreisen erwähnt zuerst die Adulische Inschrift. Im neuen Continent wurde der ewige Schnee der Tropen-Region zuerst in dem Gebirge von Citarma (jetzt *Nevados de Santa Marta*), neun Jahr nach Columbus erster Entdeckung, gesehen. Petrus Martyr de Anghiera, in einem für den Pabst Leo X geschriebenen Buche, bemerkte zuerst, dass die *untere Gränze* des ewigen Schnees mit abnehmender Breite sich erhebe. Neuere Beobachtungen lehren den Einfluss der Hochebenen auf die mittlere Temperatur. Sie ist 1°,5 bis 2°,3 gröfser, als in gleicher Höhe an dem ununterbrochenen Abhange der Gebirgsketten; auch bemerkt man Unterschiede zwischen der Mitte der Hochebene und den Rändern. Dem Ackerbau, besonders der Cultur des Mays und der europäischen Cerealien ist, in den Hochebenen, besonders wenn sie sich über 7800 Fufs erheben, das Erfrieren durch nächtliche Strahlung der Bodenwärme gegen einen heiteren, dunstfreien Himmel, durch unbewegte dünne und sehr trockne Luft, gefahrbringend. Jedes Plateau hat ein eigenes individuelles Klima, welches durch seinen Vegetationszustand, die Gestalt der umgebenden nächsten Felswände, ihre Stellung zu den herrschenden Winden und ihre Farbe, wie durch den periodischen Gang der Störungen im elektrischen Gleichgewicht der Atmosphäre bedingt wird. Die numerischen Resultate der mittleren Tag- und Nacht-Temperaturen geben allein, bei dem verwickelten Gange des meteorologischen Processes, kein treues Bild der localen Klimate. Auch von dieser Seite bietet, in der glücklichen Tropenzone, die kleinste Raumfläche die höchstmöglichste Mannichfaltigkeit von Naturerscheinungen dar, sey es in den meteorisch vorübergehenden oder in den durch innere Entwicklung sich ewig erneuernden des organischen Lebens.

Specielle Ansicht der Hochebene von Bogota, aus

noch ungedruckten Tagebüchern geschöpft. Bewohnbarkeit, Klima, Physiognomik der Vegetation, geognostische Schichtungsverhältnisse. Das Plateau, *Llanura de Bogata*, nach den alten Mythen der Ureinwohner vom Stamme der Muyscas, der Boden des ausgetrockneten Sees Funzha, hat die mittlere Höhe von 8130 Fufs. Die Stadt Bogata, vor dem Freiheitskriege Santa Fe de Bogota genannt, liegt 2556 Fufs höher als das mildere Popayan und 820 Fufs tiefer als Quito. Es bietet in seiner 15 bis 18 geographische Quadratmeilen grossen, ganz söligen, fast baumlosen Fläche vier merkwürdige Erscheinungen dar: den prachtvollen *Wasserfall des Tequendama*, der von der Region immergrüner Eichen in eine Kluft stürzt, zu welcher Palmen und baumartige Farren bis an den Fufs der Cataracte hinaufgestiegen sind; das mit Mastodonten-Knochen überfüllte *Riesensfeld* (*Campo de Gigantes*) *Steinkohlenflöze* und mächtige *Steinsalzschiechten*. Das Vorkommen der beiden letzteren Formationen erregt um so mehr Befremdung, als sie eine Höhe erreichen, ungefähr der gleich, welche man erhält, wenn man sich unseren Brocken auf den Gipfel der Schneekoppe gethürmt denkt. Der Charakter der ganzen Landschaft ist grosfartig, aber melancholisch und öde. Die Stadt, von Alleen riesenmäfsiger Daturen umgeben, liegt dicht an einer fast senkrecht abgestürzten Felswand, deren östlicher Abfall über den Paramo de Chiguachi hinüber in die Ebenen des Meta und Orinoco führt. An dieser Felswand hängen, fast zwei tausend Fufs über der Stadt, nesterartig zwei Capellen, Monserrata und Guadalupe, besuchte Wallfahrtsorte, in absoluter Höhe fast dem Gipfel des Aetna gleich. Gegen Südwesten sieht man ununterbrochen eine Dampfsäule aufsteigen. Sie bezeichnet den Punkt, wo der Wasserfall von Tequendama liegt.

Die Vegetation der Hochebene contrastirt mit der des Abhanges der Felswand, an der die Capellen hän-

gen, wo unter dem Schatten von *Escallonia tubar*, *Vallea stipularis* und Weinmannien, purpurblütige Thibaudien, Passifloren und Gaulterien von ewigem Nebel getränkt werden. Die mittlere Jahrestemperatur von Bogota (bei 8130 Fufs Höhe und unter 4° 36' Breite) ist 14°,5, nach hunderttheiliger Skala, also gleich der Temperatur von Rom, aber in Rom sind die mittleren Grade der wärmsten und kältesten Monate um 16° verschieden (Jan. 7°,8; Aug. 23°,7), während dafs in der Hochebene von Bogota die Wärme so gleichmäfsig vertheilt ist, dafs oft sieben auf einander folgende Monate nur einen Unterschied von $\frac{2}{10}$ Grad mittlerer Wärme darbieten. Im ganzen Jahre ist der wärmste Monat 16°,6, der kälteste 14°,2. Die klimaterischen Einflüsse auf die Lebensprocessse des Organismus hängen mehr von der Vertheilung der Wärme unter die verschiedenen Jahres- und Tageszeiten, als von der mittleren Temperatur des ganzen Jahres ab.

Die Bergebene von Bogota hat, wie ihr individuelles Klima, also auch ihre eigene geognostische Mythe. Die Ebene bildet, wie die Bergebene von Mexico (Tenochtitlan), ein Becken, aus dem die Wasser nur in einem einzigen Punkte einen Ausweg finden. Beide enthalten in ihrem Schuttboden die fossilen Knochen elephantenartiger Thiere, aber die Oeffnung im Thal von Mexico ist eine künstliche, durch die spanischen Ansiedler seit 1607 begonnen; der Pafs, durch welchen der Rio de Bogota oder Funzha, bei Tequendama, die Wasser der Hochebene ausführt, ist ein natürlicher. Mythische Traditionen des Urvolks, der Muyscas, schreiben die Oeffnung dieses Passes und die Entstehung des grossen Wasserfalles der mächtigen Hand eines Wundermannes, des Botschica (*Bochica*) zu, einem Heliaden, wie Manco-Capac, der die in roher Sitte lebenden Muyscas zum Ackerbau anregte, den Sonnendienst einführte, und, wie in Tübet und Japan, die Obergewalt

unter einen weltlichen Herrscher (Zaque) und einen geistlichen, den Ober-Lama des Sonnentempels von Iraca (bei Sogamoso), theilte. Die Local-Fluth, Bildung und Anschwellung des Sees Funzha wurde durch eine dem Heliaden feindliche weibliche Gestalt, Huythaca, verursacht. Was von dem Menschengeschlechte, das heisst dem Stamme der Muyscas, übrig blieb, rettete sich auf die nahen Berge. Der langbärtige Wundermann Botschica öffnete die Felswand bei Tequendama und Canoas; er trocknet die nun wieder bewohnbare Ebene. Huythaca selbst wird der alle Feuchtigkeit anziehende Mond, welcher nun erst die Erde zu begleiten beginnt. Aehnlichkeit zwischen den drei mythischen Personen, Quelzalcoatl in Mexico, Botschica in Neu-Granada und Manco-Capac in Peru. Die beiden ersteren, nachdem sie ihr Missionsgeschäft vollbracht, enden auf einsamen Bergen, wie Buddha, in selbst aufgelegten strengen Büsungen. Ueberall hat sich die symbolisirende Menschheit Personificationen, Repräsentanten der Gesittung, große historische Gestalten gedacht, um ihnen, einfach und bequem, als plötzliche Erfindung, Fortschritte der Cultur, geistliche und bürgerliche Einrichtungen, technische Künste und Verbesserung der Mondjahre zuzuschreiben. Was sich allmählig entwickelt hat, wird gedacht als simultan, wie durch fremde Wundermänner oder Ankömmlinge hervorgerufen.

Der *Salto de Tequendama*, um dessen Ursprung sich der geognostische Theil der Mythe dreht, verdankt seinen imponirenden Anblick dem Verhältniss seiner Höhe (870 Fufs nach Roulin) zur herabstürzenden Wassermasse. Nahe bei dem Salto liegt das Steinkohlenflöz von Canoas, wohl eines der höchsten in der bekannten Welt, aber eben so wenig, als die Steinsalzmassen von Zipaquira, am entgegengesetzten nordöstlichen Endpunkte der Hochebene, ein isolirtes Phänomen. Steinkohlen und Steinsalz wiederholen sich an beiden Abhängen der Cor-

dilleren in sehr verschiedenen Höhen. Sie zeugen, wie die Sandsteinformation, welche ununterbrochen vom Magdalenastrome auf das Plateau von Bogota hinauf-, und dann gegen Osten über dem Rücken (Paramo de Chiguachi) in die Ebenen des Meta und Orinoco hinabsteigt, für die Hebung der ganzen Andeskette. Unter dem Sandstein, der bei Bogota gelblich-weiß, feinkörnig-quarzsig und von thonigem Bindemittel ist, in tieferen Punkten aber mit Conglomerat-Schichten wechselt, die eckige Stücke von Lydischem Stein, Thonschiefer und Gneis einschließen, ist bis jetzt keine andere Flözformation gesehen worden. Er ruht unmittelbar bald auf Uebergangs-Thonschiefer, bald auf Gneis. Der Sandstein ist mit schwefelhaltigem Gyps, Salzthon und Steinsalz, an andern Punkten mit Schieferthon und Steinkohlenflözen bedeckt. Wenn man die Steinsalz-Niederlagen und Salzquellen auf der Hochebene von Bogota, in der smaragdreichen Provinz Muzo und am östlichen Abhange gegen die *Llanos* von Casanare hin in einem Blicke geographisch zusammengefaßt, so zeigen sich gangartige Spalten, die in einer eigenen, aber breiten Zone, von Westen nach Osten, die ganze mächtige östliche Andeskette durchziehen, und in sehr verschiedenen Höhen Steinsalz, gypshaltigen Salzthon und Jod führende Salzquellen an die Oberfläche gebracht haben. Neben den partiellen Bildungen, die nur von dem bedeckt sind, was ihnen selbst zugehört, unterteuft die allgemein verbreitete Sandsteinformation einen grau- und gelblich-weißen, in regelmässige Bänke abgetheilten, dichten, bisweilen Höhlen enthaltenden Kalkstein.

Die Abhandlung des Hrn. v. H., auf ältere Beobachtungen gegründet, beschreibt die Auflagerung dieser Flözformationen in bloßen Raumverhältnissen, ohne sie zu benennen nach dem Parallelismus oder der Identität mit jetzt wohl bekannten europäischen Typen. Diese Vorsicht schien nöthig zu einer Zeit, wo das Studium der

zoologischen Kennzeichen und charakterisirenden Fossilien der fast einzig sichere Leiter geworden ist. Soll man jene mächtige Sandsteinformation von Bogota mit Steinkohlen und aufliegenden Gyps- und Steinsalz-Schichten für Todtes-Liegende, jenen Kalkstein an der Felswand von Tequendama für Jurakalk halten, oder hat man hier alte Kreide und Keupersandstein beschrieben? Eine sorgfältige und glückliche Bestimmung der in unseren Sammlungen sich allmählig häufenden Versteinerungen der Andeskette wird bald die Identität der Formationen mit europäischen Typen befriedigend aufklären.

XI. *Ueber die Bestimmung des Wasserstoffs bei der Analyse organischer Substanzen;*
von H. Hefs.

(Aus dem *Bulletin scientifique* der Petersburger Academie, vom Hrn. Verfasser mitgetheilt.)

In der zuletzt erschienenen Lieferung des Wörterbuchs der Chemie ¹⁾, stellt Hr. Liebig als eine Thatsache hin, daß jede Analyse einen Ueberschuß an Wasserstoff gebe, der bis 0,2 eines Procents (0,002) steigen könne. Er hält diesen Ueberschuß für unabhängig von der Art, wie das Rohr, welches das Chlorcalcium enthält, mit dem Verbrennungsrohr verbunden sey, und leitet den Fehler davon ab, daß das Chlorcalcium, da es alkalisch reagirt, etwas Kohlensäure zurückhalte ²⁾. Darauf gestützt zieht Hr. Liebig die Folgerung, daß jede Analyse, welche genau die von der Formel geforderte Menge Wasserstoff liefere, eben dadurch verdächtig sey.

1) Handwörterbuch der Chemie, von J. Liebig und J. C. Poggendorff, Art. Analyse, S. 378 und 392.

2) Annal. der Pharmacie, Bd. XXIII S. 17.

Poggendorff's Annal. Bd. XXXXIII.

Ein Ausspruch, welcher eine genaue Arbeit verdächtig zu machen, und ihr eine weniger genaue vorzuziehen sucht, ist von zu grossem Gewicht, als dafs es nicht wünschenswerth seyn sollte, ihn durch directe Versuche entweder zu bestätigen oder zu widerlegen.

Es giebt, glaube ich, wenige Personen, die nicht, bei Beschäftigung mit organischen Analysen, die alkalische Reaction des Chlorcalciums beobachtet, und im ersten Augenblick gefürchtet hätten, ihre Resultate mit einem Fehler behaftet zu sehen.

Um die Thatsache zu bestätigen, nahm ich ein mit Kohlensäure gefülltes Gasometer, welches mit einer Röhre zum Austrocknen des Gases versehen war. An diese wurde ein mit Chlorcalcium gefülltes Rohr angesetzt, dem wiederum ein Kali-Apparat folgte. Das Ganze war wie bei einer Analyse angeordnet, nur mit dem Unterschiede, dafs die Verbrennungsröhre ersetzt war durch ein Gasometer, welches trockne Kohlensäure lieferte. Die Röhre mit Chlorcalcium hatte zwei Kugeln, von denen die eine, die nächste am Gasometer, leer war. In diese Kugel wurde ungefähr 0,5 Grm. Wasser gebracht, und dann die Röhre mit dem Wasser gewägt. Während der Kohlensäure-Strom den Apparat durchstrich, so langsam wie bei einer gewöhnlichen Analyse, wurde das Wasser mittelst einer kleinen Weingeistlampe in Dampf verwandelt und dieser durch den Gasstrom zu dem Chlorcalcium geführt. Letzteres befand sich also genau unter denselben Umständen wie bei einer Analyse. Nachdem 2000 Kubikcentimeter Kohlensäure durch den Apparat geleitet waren, wurde der Versuch geschlossen. Die das Chlorcalcium-Rohr erfüllende Kohlensäure wurde durch Aufsaugen fortgeschafft und das Rohr wieder auf die Wage gelegt. — Es hatte sein Gewicht nicht verändert. — Mein Chlorcalcium reagirte alkalisch, wie gewöhnlich.

Sey es mir bei dieser Gelegenheit erlaubt zu sagen,

dafs ich mich zu diesem Versuch einer vortrefflichen, von unserem geschickten Mechanicus Girgensohn verfertigten Wage bediente. Belastet mit 50 Grm., zeigt diese Wage noch $\frac{1}{2}$ Milligramm mit Genauigkeit an, und damit verbindet sie die wesentliche Eigenschaft, bei mehreren Wiederholungen mit derselben Belastung dasselbe Resultat zu geben.

Der angeführte Versuch kann nicht über ein Viertel-Milligramm fehlerhaft seyn, und das bei einer Kohlensäure-Menge, welche der von zwei Analysen gelieferten gleich kommen würde. — Der Ueberschufs an Wasserstoff, den die meisten Analysen liefern, *hängt also nicht nothwendig von einer Absorption der Kohlensäure durch das Chlorcalcium ab.*

Allein unabhängig hievon giebt es noch zwei Fehlerquellen. Eine derselben liegt in den hygroskopischen Eigenschaften des Kupferoxyds. Hr. Liebig glaubt, dafs diese Fehlerquelle durch gewisse Handgriffe vermieden werden könne. Ich halte diess für unbestreitbar. Die andere Fehlerquelle wäre die Anwendung des Pfropfens zur Verbindung der Verbrennungsröhre. — Viele sehr geschickte Chemiker halten diess Verfahren für ungenau. Es ist indess so bequem, dafs ich, nachdem ich es einmal angewandt habe, nur mit grösstem Widerwillen darauf verzichten möchte. — Hr. L. behauptet, dafs ein in heifsem Sand wohlgetrockneter Kork keine Feuchtigkeit abgebe. Allein bedenken wir wohl, dafs wir bei einem Kork, der, obgleich getrocknet, einem erhitzten Strom von Gas und Wasserdampf ausgesetzt ist, weder eine gewisse Temperatur überschreiten dürfen, damit er keine Feuchtigkeit abgebe, noch unterhalb derselben bleiben dürfen, damit er keine aufnehme. — In Allem diesen liegt also etwas Schwankendes, und obwohl ich überzeugt bin, dafs man durch dieses Mittel ein genaues Resultat erlangen kann, so ist diess doch immer eine individuelle Ueberzeugung, welche, selbst wenn die ganze

Welt sie theilte, dadurch nicht besser begründet wäre, sobald man nicht durch klare Principien beweisen könnte, daß die Genauigkeit dieser Verfahrungsweise eine nothwendige Folge der sie begleitenden Umstände sey.

Ich wägte einen Pfropfen vor und nach der Analyse. Er wog:

vorher	0,645
nachher	0,638
Unterschied	0,007.

In diesem Falle würden aber sieben Milligramme 0,25 Procent Wasserstoff entsprechen.

Derselbe Pfropfen, zu einer zweiten Analyse angewandt, wog nach dem Versuch 0,64.

Man sieht also, daß ein Korkstöpsel, ist er auf einen gewissen Grad von Austrocknung gelangt, eine ziemlich richtige Angabe liefern, oder das Resultat der Analyse nur wenig abändern kann. Ich glaube, daß man einen großen Theil der Nachtheile, welche die Anwendung des Pfropfens darbietet, vermeiden werde, wenn man ihn als integrierenden Theil der Chlorcalcium-Röhre betrachtet, und *diese Röhre, versehen mit dem Pfropfen*, vor und nach der Analyse wägte. In der That ist es alsdann gleichgültig, ob er eine geringe Menge Feuchtigkeit abgiebt, weil sie sich in dem Rohre befindet. Man hat alsdann nichts anderes zu beachten als die Anwendung eines, im gewöhnlichen Sinne, trocknen Pfropfens, und einer Temperatur bei dem Versuch, welche keine anfangende Verkohlung bewirkt. Diese Gränze ist aber so weit, daß man nur schwierig heraustreten kann.

Kurz ich wünsche gezeigt zu haben, daß in unseren analytischen Methoden, sobald sie nur wohl ausgeführt werden, keine constante Fehlerquelle vorhanden ist.

XII. *Ueber eine neue Eigenschaft des Bleis in Berührung mit Metallen und Schwefelsäure; von F. F. Runge.*

Die neue Eigenschaft des Bleis besteht darin, das Auflösen anderer Metalle, z. B. Zink und Eisen, in verdünnter Schwefelsäure zu retardiren, ohne dafs es selbst dabei aufgelöst oder angegriffen wird. Diese Retardation ist so bedeutend, dafs von zwei gleich grofsen und gleich schweren Stücken Zinkblech, in derselben Säure gleich lange befindlich, dasjenige, welches mit Blei verbunden ist, 13 *weniger* an Gewicht verliert, als das Zinkblech ohne Blei. Diefs findet namentlich statt, wenn das retardirende Blei gleiche Gröfse mit dem Zinkblech hat, und mit demselben an dem einen Ende durch Löthung verbunden ist. Beträgt das Blei das Doppelte, so ist die Differenz gar 14, bei der Hälfte dagegen 7. Da ich diese Versuche vorläufig mit käuflichem Zink und Blei angestellt habe, so werden diese Zahlen bei Wiederholung mit ganz reinen Metallen einige Abänderung erleiden. Auf den Grad der Säureverdünnung kommt wenig an, jedoch ist es wegen der ruhigen Beobachtung der Erscheinungen am besten, sie mit 8 bis 16 Theilen Wasser verdünnt anzuwenden. Ob die Schwefelsäure durch Rectification gereinigt ist, oder ob man gewöhnliche nimmt, ändert nichts im Wesentlichen des Resultats. Das Blei bleibt bei diesen Versuchen, wenn sie in 60 bis 90 Minuten beendigt sind, vollkommen blank; wo aber ein Versuch mehrere Tage dauert, z. B. wenn man, anstatt mit Zink, mit Eisen experimentirt, welches sich viel langsamer auflöst, da wird die Bleioberfläche nach und nach blind, und überzieht sich mit einer Kruste

schwefelsauren Bleioxyds. Diefs beeinträchtigt natürlich die Wirksamkeit des Bleis.

Wird anstatt der Schwefelsäure verdünnte Chlorwasserstoffsäure in Anwendung gebracht, so findet keine Retardation im Auflösen des Zinks und Eisens statt, das Blei beschleunigt es vielmehr, wirkt also ganz so wie es den bekannten Gesetzen des Elektrochemismus gemäfs ist.

Bei Salpetersäure dagegen ist es anders. Wird der Versuch mit einer Säure angestellt von 1,300 spec. Gew. mit 4 Wasser verdünnt, so löst sich zugleich mit dem Zink auch Blei auf, wie man am besten wahrnehmen kann, wenn man die zusammengelötheten Bleche in einen Glascylinder, das Blei nach unten stellt und diesen nun mit der Säure füllt. Man wird sehr bald die Bildung eines Bleibaums an dem oben befindlichen Zinkblech bemerken.

Damit diese Versuche vollkommen gelingen, ist einige Vorsicht nöthig. Die Zinkbleche müssen aus derselben Platte geschnitten seyn, denn nur bei gleicher Dicke sind gleich grofse Stücke gleich schwer. Dann müssen die Oberflächen derselben gleich blank geschauert seyn; denn etwas Schmutz oder Fett auf der einen macht schon einen Unterschied in der Auflöslichkeit. Ebenso mufs der Theil des einen Stückes Zinkblech in Abrechnung gebracht werden, der durch das Loth bedeckt, also von der Säure nicht berührt wird. Nicht minder mufs das Bleiblech ganz blank seyn; man schabt es daher kurz vor dem Versuche gut ab, und hütet sich es wieder mit blofsen Fingern zu berühren. Endlich wägt man das Zink, welches mit dem Blei zusammengelöthet ist, vor und nach dem Versuch mit diesem zugleich, da eine Abtrennung des Loths nicht gut zu bewerkstelligen ist. Beim Aufhängen in der Säure ist noch zu beachten, dafs die Zinkbleche eine gleiche Höhe in der Flüssigkeit einnehmen müssen, denn läge eins auf dem Boden

des Gefäßes und das andere ragte weiter in die Flüssigkeit hinein, so würden sie mit ungleichen Mengen Säure in Berührung kommen.

XIII. Ueber eine neue basisch schwefelsaure Thonerde; von Carl Rammelsberg.

Es ist bekannt, daß die Schwefelsäure mit der Thonerde sich zu zwei basischen Salzen verbindet, nämlich zu einem *halb basischen* AsS^2 , welches gummiähnlich ist, und, nach A. Maus, durch Digestion des neutralen Salzes mit dem folgenden erhalten wird, und einem zweifach-basischen, AlS , welches pulverförmig erscheint, und sich beim Kochen der Auflösung des vorigen, so wie durch Zersetzung des neutralen vermittelt Ammoniak bildet, und auch im Mineralreich vorkommend, mit dem Namen *Aluminit* bezeichnet wird.

Hr. G. Bauer hatte die Beobachtung gemacht, daß eine möglichst gesättigte Auflösung von künstlich bereitetem Thonerdehydrat in verdünnter Schwefelsäure, im Laufe mehrerer Jahre, an den Wänden eines damit gefüllten und verschlossenen Gefäßes ein Salz abgesetzt hatte, welches in Wasser wie unlöslich erschien, und von dem er vermuthete, daß es eine basische Verbindung seyn dürfte. Ich habe Gelegenheit gehabt diese Vermuthung zu bestätigen, und wurde zur näheren Untersuchung des Salzes von Hrn. B. mit dem nöthigen Material versehen.

Die Krusten, in denen sich dieses Salz abgesetzt hatte, bestehen, wie man mit Hülfe der Loupe erkennt, aus einem Aggregat, sehr kleiner, durchsichtiger, prismatischer Krystalle. Auch unter dem Mikroskope bemerkt man nur Krystalle und krystallinische Bruchstücke einer

und derselben Art, wodurch die Annahme, daß das in Rede stehende Salz (wegen seines ungewöhnlichen Sättigungsgrades) vielleicht ein Gemenge seyn könne, wenn auch nicht durchaus widerlegt, doch sehr unwahrscheinlich wird. Dieselben lösen sich in 30,8 Theilen kochenden Wassers, und in 144 Theilen Wasser von mittlerer Temperatur auf, wodurch sie sich schon sehr, sowohl von dem neutralen, als auch von jenen beiden basischen Salzen unterscheiden. Ziemlich leicht erfolgt ihre Auflösung in verdünnter Chlorwasserstoffsäure oder Salpetersäure. Beim Erhitzen verlieren die Krystalle ihre Durchsichtigkeit, es entweicht Wasser, und bei lebhaftem Glühen auch Schwefelsäure, worauf eine weiße, unschmelzbare Masse zurückbleibt, welche sich nur sehr schwer in Säure auflöst.

2,117 Grm. wurden anhaltend und zuletzt bis zum schwachen Glühen des Platintiegels erwärmt; sie hatten dadurch 0,94 oder 44,402 Proc. verloren. Nach wiederholtem stärkeren Glühen betrug der Verlust 48,418 Proc.; allein es war dabei schon Schwefelsäure entwichen.

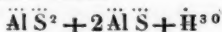
1,245 Grm. wurden in verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und daraus vermittelst Chlorbaryum 0,995 schwefelsaure Baryterde gefällt, worin 0,342 Schwefelsäure enthalten ist. Die vermittelst Schwefelsäure vom überschüssigen Baryt befreite Flüssigkeit (wobei ein Uebermaafs von jener möglichst vermieden wurde), mit Ammoniak vermischt, lieferte 0,332 Thonerde, die sich bei der Prüfung frei von Schwefelsäure erwiesen. Das Filtrat gab nach dem Verdampfen und Glühen einen geringen Rückstand, der aus 0,008 Gips, entsprechend 0,0033 Kalkerde, und einer sehr geringen Menge Kali bestand. Demnach enthalten 100 Theile des Salzes:

Schwefelsäure	27,469	worin	16,44	Sauerstoff
Thonerde	26,666	-	12,45	-
Wasser.	45,865	-	41,66	-
	<hr/>			
	100.			

Da die Sauerstoffmengen in dem Verhältniß von 4 : 3 : 10 stehen, so giebt dies für das Salz die Formel $\text{Al}^3 \text{S}^4 + \text{H}^{30}$, welche erfordert:

Schwefelsäure	27,439
Thonerde	26,375
Wasser	46,186
	<hr/> 100.

Vielleicht ist aber zweckmäßiger, die Zusammensetzung dieses Salzes durch



auszudrücken, wodurch sie in sofern einfacher wird, als nun das bei den schwefelsauren Salzen ungewöhnliche Verhältniß des Sauerstoffs der Basis zu dem der Säure = 3 : 4 fortfällt, und das neue Salz statt dessen als eine Verbindung der beiden zuvor erwähnten basischen erscheint.

Ich muß hier noch erwähnen, daß Phillips ¹⁾ an der Auflösung von schwefelsaurer Thonerde ebenfalls die Absonderung eines Salzes bemerkt hat, welches indess gallertartig und unauflöslich war, und, nach seiner Untersuchung, ungefähr die Zusammensetzung des Aluminits haben würde.

XIV. *Ueber das Verhalten der nicht flüchtigen organischen Säuren gegen Auflösungen von Eisenoxyd und Kaliumeisencyanür;*
von Heinrich Rose.

Die nicht flüchtigen organischen Säuren unterscheiden sich von den flüchtigen bekanntlich auffallend hinsichtlich ihres Verhaltens gegen sehr viele Basen, besonders

1) Phillips, *Annals of Philosoph.* IV, p. 280.

gegen Eisenoxyd, indem diese bei Gegenwart von nicht flüchtigen organischen Säuren durch Alkalien nicht gefällt werden, wenn sie bei Abwesenheit derselben auch vollständig durch dieselben niedergeschlagen werden können. Die Gegenwart flüchtiger organischer Säuren verhindert die Fällung jener Basen durch Alkalien nicht.

Ein anderes charakteristisches Verhalten der nicht flüchtigen organischen Säuren ist das gegen eine Auflösung von Kaliumeisencyanür bei Gegenwart von Eisenoxyd.

Wenn eine flüchtige organische oder unorganische Säure Eisenoxyd aufgelöst enthält, so wird in dieser Auflösung bekanntlich bei einem Zusatze einer Auflösung von Kaliumeisencyanür Berlinerblau gefällt. Diefs geschieht auch selbst dann noch, wenn man durch einen Zusatz von etwas Ammoniak oder von einem anderen Alkali die Eisenoxydauflösung basisch gemacht hat, so aber, dafs sich noch kein Eisenoxydhydrat abgeschieden hat (die basischen Salze des Eisenoxyds mit flüchtigen Säuren sind, wenn sie nicht zu basisch sind, noch im Wasser auflöslich). — Setzt man mehr Ammoniak hinzu, so dafs das Eisenoxydhydrat völlig gefällt wird, so wird durch einen Zusatz von Kaliumeisencyanür ein dunkler rothbrauner Niederschlag von einem basischen Eisenoxydsalze gefällt, der immer entsteht, wenn Berlinerblau mit Ammoniak behandelt wird.

Wird hingegen zu irgend einer Eisenoxydauflösung eine nicht flüchtige organische Säure gesetzt, wie Weinstein-, Trauben-, Citronen- oder Aepfelsäure, und fügt man darauf Ammoniak in sehr geringer Menge hinzu, so dafs die Eisenoxydauflösung nur etwas basisch wird, so erfolgt durch Kaliumeisencyanür-Auflösung keine Fällung von Berlinerblau. Setzt man einen grossen Ueberschufs von Ammoniak hinzu, so wird nichts niedergeschlagen und die Auflösung bleibt klar. Nur wenn zu wenig der nicht flüchtigen organischen Säure vorhanden

ist, entsteht eine braune Farbe, aber keine Fällung. Die Ausscheidung von Berlinerblau erfolgt erst, wenn die Flüssigkeit durch irgend eine Säure, auch durch eine nicht flüchtige organische Säure, sauer gemacht wird. Dieselben Erscheinungen zeigen sich auch, wenn die organischen nicht flüchtigen Säuren mit Eisenoxyd zu basischen auflöslichen Salzen verbunden sind, und zu dieser Auflösung Kaliumeisencyanür hinzugefügt wird. Es entsteht dann kein Berlinerblau; wohl aber wenn die Verbindung neutral oder sauer war. Diefs ist der Grund, weshalb die Auflösungen des gereinigten Eisenweinsteins (*Tartarus martiatus*) und des unreinen äpfelsauren Eisenoxyds (*Extractum ferri pomati*) der Pharmaceuten bisweilen mit Kaliumeisencyanür-Auflösungen Berlinerblau erzeugen; häufiger indessen nicht, weil gewöhnlich diese Verbindungen basische sind. — Eben so wie nicht flüchtige organische Säuren verhalten sich die nicht flüchtigen, im Wasser auflöslichen, nicht sauren organischen Substanzen, wie Zucker.

Aber auch die Phosphorsäure und die Arseniksäure zeigen ein ganz gleiches Verhalten. Werden die Verbindungen derselben mit Eisenoxyd in Ammoniak aufgelöst, so bleibt die Auflösung beim Zusatz von Kaliumeisencyanür unverändert, und nur erst durch Uebersättigung vermittelt einer Säure erzeugt sich Berlinerblau.

XV. *Ueber die von Hrn. Prof Strehlke gemachte Bemerkung rücksichtlich des Coëfficienten der Luftausdehnung. Schreiben an den Herausgeber vom Prof. F. Rudberg.*

Upsala, d. 14. April 1838.

— Im Bande XXXXII S. 175 Ihrer schätzbaren Annalen macht Hr. Prof. Strehlke die Bemerkung, dafs derselbe

Coëfficient, den ich für die Ausdehnung der trocknen Luft durch die in diesen Annalen (Bd. XXXXI S. 271 etc.) beschriebenen Versuche erhalten habe, schon seit vielen Jahren von Bessel aus Beobachtungen über die Gröfse der astronomischen Refraction bei verschiedenen Temperaturen hergeleitet, und in den *Tabulis Regiomontanis* veröffentlicht worden sey. Ich muß gestehen, den eigentlichen Sinn der Bemerkung des Hrn. Prof. Strehlke nicht recht einsehen zu können; denn *der von mir angegebene Werth, 0,3646, gilt für die Ausdehnung der trocknen Luft zwischen 0° und 100°, wogegen der von Bessel angegebene Werth, 0,36438, der ist, welchen er am passendsten zu den Formeln gefunden hat, um die von der Temperatur bedingte Veränderung der astronomischen Refraction beim mittleren Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen darzustellen.* Diese beiden Zahlen, obgleich zufälligerweise einander fast gleich, haben mithin eine ganz verschiedene Bedeutung. Bessel selbst sagt in der Vorrede zu den *Tabulis p. LX: »Quum Refractionis variationes, a temperatura prospectas, ex observationibus 56 Stellarum, quarum distantia zenithalis 60° transcenderet, determinare operam dedissem, inveni, densitatem aëris in temperatura x pro scala centesimali Thermometri sumendam esse:*

$$= \frac{1}{1 + 0,0036438 \cdot x}$$

ut observationes quam accuratissime representarentur. Hunc quidem coëfficientem Cel. Gay-Lussac invenit = 0,00375 sed quum hic pro aëre sicco, cujus majores fere sunt respectu refractiones variationes, quam aëris humore satiat, numerus inventus a me medio cuidam humoris statui respondet, ita, ut, posito hoc statu, hic cum illo consentiat numerus.» Ferner sagt Derselbe in den 1823 gedruckten astronomischen Beobachtungen in Königsberg für das Jahr 1822, Einleitung, 3. Abschnitt,

S. x und xi: »La Place hat Bd. IV S. 275 der *Mec. Cel.* den Einfluss des Wasserdampfs auf die Strahlenbrechung zu berechnen gelehrt; setzt man die Constante für $0^{\text{m}},76$ Barom. und den Eispunkt $=60'',303$ voraus, so ist sie, bei der Temperatur von x Centesimalgraden:

1) unter Voraussetzung der ganz trocknen Luft:

$$= \frac{60'',303}{1 + 0,00375 \cdot x}$$

2) unter der Voraussetzung der Sättigung mit Was-

$$\text{serdampf: } = \frac{60'',224 + 11'',629 \cdot z}{1 + 0,00375 \cdot x},$$

wo, nach La Place:

$$\log z = -0,0154547(100 - x) - 0,0000625826(100 - x)^2$$

Diese beiden Hypothesen geben daher für Temperaturen, welche in Königsberg vorzukommen pflegen, den Werth der Constanten:

x	Hypoth. 1.	Hypoth. 2.
-10°	62'',653	62'',624
0°	60,303	60,303
$+10^{\circ}$	58,123	58,189.
<i>etc.</i>	<i>etc.</i>	

woraus hervorgeht, dafs die Strahlenbrechung in der zweiten Hypothese kleinere Veränderungen erleidet, als in der ersten; die in jener berechneten Zahlen würde man durch die Formel:

$$\frac{60'',330}{1 + 0,003566 \cdot x}$$

am nächsten darstellen können; diese würde also den Tafeln zum Grunde gelegt werden müssen, wenn die zweite Hypothese die richtige wäre, und man dennoch die gewöhnliche Form der Rechnung beibehalten wollte. Wenn man nicht die jedesmal wirklich vorhandene Menge des Wasserdampfs messen und in Rechnung bringen will, welches auf den Sternwarten noch nicht üblich ist, so wird man dadurch, dafs man eine Veränderung

annimmt, welche irgendwo zwischen 0,003566 und 0,00375 liegt, sich den Beobachtungen mehr nähern, als durch die Annahme der letzteren Zahl; die anzunehmende Veränderung hängt aber von dem mittleren Verhältniß des in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdampfs zu dem zur Sättigung erforderlichen ab, und wird, da über dieses noch keine genügende directe Erfahrungen vorhanden sind, am sichersten aus den astronomischen abgeleitet werden können.« Dieses hat Bessel gethan, und als, wie er (l. c. Einleitung, S. xxvi) sagt: »das Verhältniß der Dichtigkeiten der Luft beim Sied- und Eispunkte, so wie man es annehmen muß, um die Veränderung der Strahlenbrechung möglichst genau darzustellen,« durch $1 : 1 + g$ ausgedrückt ward, bekam er $g = 0,36438$. Er macht hierbei die Bemerkung: »Wenn man annimmt, daß der mittlere Zustand der Feuchtigkeit der Luft etwa das Mittel zwischen Trockenheit und Sättigung hält, so ist, nach dem 3. Abschnitte (d. h. dem kurz vorhin angeführten Auszuge), diese Bestimmung mit der von Gay-Lussac in naher Uebereinstimmung.«

Ich halte es nicht für nöthig, mich weiter hierüber auszulassen, besonders da, wenn Hrn. Prof. Strehlke's Bemerkung die wirkliche Ausdehnung der trocknen Luft betreffen soll, es vollends unerklärbar scheint, weshalb vom Jahre 1823 (in welchem die eben citirten Königsberger Beobachtungen gedruckt sind) bis zum Jahre 1837, d. h. während etwa vierzehn Jahre, die Unrichtigkeit des Gay-Lussac'schen Coëfficienten in ganz Europa unbekannt geblieben sey. Dieses ist noch auffallender, wenn man sich erinnert, daß in dem von Dove und Moser, unter Mitwirkung mehrerer anderen Gelehrten, worunter Hr. Prof. Strehlke sich auch befindet, herausgegebenen, und in Berlin 1837 gedruckten ersten Bande des *Repertoriums der Physik* eine Abhandlung von Bes-

sel »über Reductionen der Wägungen,« S. 13 etc. eingerückt ist, in der man bei allen Formeln den Gay-Lussac'schen Coëfficienten, 0,00375 beibehalten findet.

XVI. Ueber zwei neue Kobalt-Mineralien von Skutterud in Norwegen.

(Aus einem Briefe vom Prof. Wöhler an den Herausgeber.)

— Ich war im Begriff, Ihnen eine kleine Abhandlung über zwei neue Kobalterze von Skutterud in Norwegen, deren Analyse ich schon vor längerer Zeit beendet hatte, mitzutheilen, als ich das zwölfte Heft der Annalen erhielt ¹⁾, und darin dieselben Mineralien von Scheerer zu Modum ausführlich beschrieben fand. Unsere Analysen stimmen so nahe überein, daß sie zu denselben Zusammensetzungsformeln führen, sich also gegenseitig bestätigen.

Das eine, das arsenikkiesartige, welches auch genau die Form des gewöhnlichen Arsenikkieses hat, und sich nur durch seine, dem Kobaltglanz ähnliche, wiewohl viel undeutlicher röthliche Farbe von ihm unterscheidet, ist in der That nichts Anderes, als ein Arsenikkies, worin ein Theil des Eisens durch in verschiedenen Krystallen etwas ungleiche Mengen von Kobalt ersetzt ist. Für die von mir untersuchten Krystalle fand ich folgende procentische Zusammensetzung:

Eisen	30,91
Kobalt	4,75
Schwefel	17,78
Arsenik	47,45.

Man könnte dieses Mineral, zur Unterscheidung von dem gewöhnlichen Arsenikkies, *Kobaltarsenikkies* nennen. — Alle Krystalle, welche ich untersucht habe, selbst

1) Bd. XXXXII S. 546.

die ausgebildetsten und anscheinend reinsten, waren mit klarem, krystallinischen Quarz durchwachsen, mehrentheils in der Art, daß diese Einmischung äußerlich nicht sichtbar war, aber bei der Auflösung *ganzer* Krystalle in Königswasser in zusammenhängenden, krystallinischen Stücken zurückblieb. Außerdem blieben dabei noch kleine, schwarze, glänzende Flitter ungelöst, die ganz das Ansehen von Graphit hatten, und wirklich auch nichts Anderes waren. Ich habe in diesem unlöslichen Rückstand selbst noch ein drittes Mineral in sehr harten, bräunlichgelben, aber ganz mikroskopischen Krystallen beobachtet, welches gewiß kein Quarz ist, über dessen Natur aber nichts zu entscheiden war.

Das zweite Mineral, für welches Scheerer den wenig passenden Namen »*Arsenikkobaltkies*« vorschlägt, von licht bleigrauer Farbe, bestimmt verschiedene von der des Speiskobalts, theils derb mit schaligem Bruch, theils sehr schön krystallisirt in Formen des Würfels, die Krystalle öfters zusammengewachsen mit Krystallen von Kobaltglanz, ist ein Speiskobalt mit $\frac{1}{3}$ Arsenik mehr als im gewöhnlichen. Nach meiner Analyse enthielt

	das krystallisirte:	das derbe:
Kobalt	18,5	19,5
Eisen	1,3	1,4
Arsenik	79,2	79,0
	<hr/> 99,0	<hr/> 99,9.

Läßt man die unwesentliche Einnischung von Arsenikeisen unberücksichtigt, so entspricht diese Zusammensetzung der Formel CoAs^3 , welche Verbindung 20,74 Kobalt und 79,26 Arsenik enthalten müßte.

Keines dieser Mineralien enthält Nickel, diesen so beständigen Begleiter des Kobalts; wenigstens habe ich es in den kleinen Mengen Minerals, wie man sie zu Analysen anzuwenden pflegt, nicht auffinden können.

I. *Untersuchungen über den Holzgeist; von Salomon Weidmann und Eduard Schweizer in Zürich.*

Wenige organische Verbindungen erfreuen sich fast so vieler zahlreicher Untersuchungen wie der Holzgeist. Der Zweck dieser Untersuchungen war, theils seine physikalischen Eigenschaften in seiner Zusammensetzung zu ermitteln, theils die eigentliche chemische Natur derselben in's Klare zu bringen.

Taylor, Colin, Macaire und Marcet, Gmelin, Reichenbach, Liebig, Dumas und Peligot und Kane haben sowohl in Beziehung auf die physikalischen Charaktere als über die Zusammensetzung des Holzgeistes mehr oder weniger ausführliche Untersuchungen angestellt. Ihre Resultate weichen aber so sehr von einander ab, daß sogleich klar werden muß, daß sie mit verschiedenen Stoffen operirten.

Was die äußeren Charaktere anbetrifft, so weichen, um nur eines zu erwähnen, die Angaben sämtlicher Chemiker über den Siedpunkt von einander ab; das Gleiche gilt auch von den Angaben über die Zusammensetzung. So hat Liebig ¹⁾ eine Analyse geliefert, welche von dem Resultat, das Dumas und Peligot ²⁾ mitgetheilt, ganz verschieden ist, und Macaire und Marcet ³⁾ bekamen ein Resultat, das zwischen den beiden genannten

1) Poggend. Annal. Bd. XXVII S. 613.

2) Ebendasselbst, Bd. XXXVI S. 88.

3) *Bibl. univers. XXIV*, p. 126; und Gmelin's Handb. der Chemie, 3. Aufl. Bd. II S. 345.

Poggendorff's Annal. Bd. XXXXIII.

Analysen ungefähr in der Mitte liegt. Kane hat einen Holzgeist untersucht, welcher dieselbe Zusammensetzung hatte, wie der von Dumas und Peligot analysirte; er bestätigte aber auch durch die Analyse einer Probe, die er von Liebig erhalten hatte, die Existenz der von demselben analysirten Substanz ¹⁾.

Dumas und Peligot suchten, von der Zusammensetzung des Holzgeistes, welche sie gefunden hatten, ausgehend, die eigentliche chemische Natur derselben festzustellen. Sie stellten eine Reihe neuer Verbindungen dar, und suchten den Holzgeist und diese Verbindungen in vollkommene Analogie mit dem Weingeiste und den Aetherarten zu bringen. Von gleichen Ansichten ausgehend, wurden hierauf von mehreren Chemikern, wie von Kane ²⁾, Gregory ³⁾, Aimé ⁴⁾, Laurent ⁵⁾ Untersuchungen über denselben Gegenstand vorgenommen, welche besonders den Zweck hatten, die Lücken auszufüllen, die sich in der aufgestellten Reihe vorfanden.

Nachdem bereits so viele ausgezeichnete Chemiker sich mit dem Holzgeiste beschäftigt hatten, und namentlich durch die Untersuchungen von Dumas und Peligot dieser Gegenstand erschöpft zu seyn schien, würden wir schwerlich zu unserer ersten wissenschaftlichen Arbeit diesen Gegenstand gewählt haben, wenn wir nicht durch das verschiedene Verhalten des Kaliums zu Weingeist und Holzgeist, welches von Hrn. Prof. Löwig ⁶⁾ untersucht und in neuester Zeit bekannt gemacht wurde,

1) *Annalen der Pharmacie*, Bd. XIX S. 180.

2) *Annalen der Pharmacie*, Bd. XIX S. 164.

3) *Ebendasselbst*, Bd. XV S. 239.

4) *Erdmann's Journ. f. pr. Chemie*, Bd. XII S. 62. 188.

5) *Ebendasselbst*, Bd. IX S. 423, und *Annales de chim. et de phys.* T. LXX p. 294.

6) *Poggend. Annalen*, Bd. XXXXII S. 399.

angeregt worden wären, nachzuweisen, ob die Analogie zwischen Holzgeist und Weingeist in der That so groß sey, als von Dumas und Peligot angegeben wurde.

Rohrer Holzgeist.

Der Holzgeist, den wir zu unseren Untersuchungen anwandten, erhielten wir aus einer Holzeßigfabrik im Kanton Zürich. Derselbe zeigte, obgleich er schon einmal vom Fabrikanten selbst über gebrannten Kalk rectificirt worden war, eine tiefbraune Farbe, besaß einen unangenehmen brenzlichen Geruch und Geschmack, und brannte mit einer schwach leuchtenden Flamme. Um ihn zu reinigen, wurde er so lange über gebrannten Kalk rectificirt, bis das Destillat farblos erschien, und beim Vermischen mit Wasser keine milchichte Trübung mehr zeigte, herrührend von dem schon von Kane ¹⁾ näher beschriebenen eigenthümlichen Oele. Zur Analyse selbst wurde, um sicher zu seyn, daß alles Oel entfernt war, nur das zuerst Uebergegangene verwandt, nachdem es zuvor abermals unter gebrannten Kalk rectificirt worden war.

0,419 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,773	= Kohlenstoff	0,2137
Wasser	0,407	= Wasserstoff	0,0452.

Folglich enthalten 100 Theile:

Kohlenstoff	51,00
Wasserstoff	10,79
Sauerstoff	38,21
	<hr/> 100,00.

Dieses Resultat stimmt weder mit der von Liebig, noch mit der von Dumas und Peligot angegebenen Zusammensetzung überein. Die Ursache dieser Verschiedenheit liegt, wie wir später gefunden haben, darin, daß der, nach der angegebenen Methode gereinigte Holzgeist,

1) Annalen der Pharmacie, Bd. XIX S. 164.

einer Methode, der sich jedoch Dumas und Peligot auch bedienten, ein Gemenge war des von Liebig, und des von Dumas und Peligot analysirten Holzgeistes.

Um keine Verwechslung zu veranlassen, werden wir mit dem Namen *Holzgeist* diejenige Substanz bezeichnen, welche von Dumas und Peligot untersucht worden ist; für den Liebig'schen Holzgeist haben wir den Namen *Xylit* gewählt, und uns der von Kane vorgeschlagenen Bezeichnung *Formosal* nicht bedient, weil dieselbe sich auf eine reine Hypothese gründet, die wenigstens durch unsere Untersuchungen keine Bestätigung erhalten hat.

Schon Kane hat gefunden, dafs der Holzgeist mit dem Chlorcalcium sich in einem bestimmten Verhältnisse vereinigen kann; diese Verbindung kann sehr gut einer Temperatur von 100° ausgesetzt werden, und da der Xylit eine ähnliche Verbindung nicht zu bilden vermag, so ist durch das Chlorcalcium eine Trennung beider Substanzen, wenn sie zusammen vorkommen sollten, zu bewerkstelligen.

Wir sättigten daher den auf die oben angegebene Weise über gebrannten Kalk rectificirten Holzgeist mit Chlorcalcium, und destillirten die so erhaltene Auflösung im Wasserbade so lange, bis bei 100° nichts mehr überging. Das Uebergegangene wurde abermals mit Chlorcalcium gesättigt, wieder destilirt, und diese Operation drei bis vier Mal wiederholt. Wir sorgten jedesmal dafür, dafs die Destillation immer so lange fortgesetzt wurde, bis bei der angegebenen Temperatur nichts mehr überdestillirte, um jede Verunreinigung des mit dem Chlorcalcium in Verbindung getretenen Holzgeistes durch Xylit zu verhindern.

Holzgeist.

Die in der Blase zurückgebliebene Masse wurde mit der doppelten Menge Wasser im Wasserbade destillirt.

Die ersten Portionen, welche übergingen, enthielten größtentheils reinen Holzgeist, in dem später folgenden hingegen war von dem flüchtigen Oele enthalten, was sich durch Vermischung mit Wasser zu erkennen gab, und das zuletzt Uebergehende war so reich beladen, dafs die Flüssigkeit ganz milchig war, und in der Ruhe grofse Oeltropfen absetzte. Das zuerst Uebergegangene wurde mehrmals über gebrannten Kalk rectificirt, und dabei die Vorsicht gebraucht, dafs immer zu den nächstfolgenden Destillationen nur dasjenige genommen wurde, was bei der früheren zuerst übergangen war. Zuletzt wurde ein Holzgeist erhalten, welcher alle die Eigenschaften besafs, welche Dumas und Peligot von demselben erwähnen. Sein Siedpunkt war constant bei $66^{\circ},5$, und die Elementaranalyse stimmte gleichfalls vollkommen mit der von Dumas und Peligot aufgestellten Formel überein.

0,381 Substanz gaben:

Kohlensäure 0,516 = Kohlenstoff 0,1427

Wasser 0,439 = Wasserstoff 0,0488

Demnach enthalten 100 Theile:

Kohlenstoff 37,46

Wasserstoff 12,80

Sauerstoff 49,74

100,00.

Oder:

		Berechnet.
2 At. Kohlenstoff	152,870	37,97
8 - Wasserstoff	49,918	12,40
2 - Sauerstoff	200,000	49,63
1 At. Holzgeist	402,788	100,00.

Verhalten des Holzgeistes zur Schwefelsäure.

Werden Holzgeist und Schwefelsäure mit einander gemischt, so findet unter Wärmeentwicklung eine braune

Färbung statt, und zugleich entsteht die von Dumas und Peligot unter dem Namen Schwefelmethylensäure beschriebene Verbindung.

Ein Gemenge von gleichen Theilen Holzgeist und Schwefelsäure liefert, der Destillation unterworfen, im Anfange unveränderten Holzgeist, später entwickelt sich schweflige Säure, und zugleich erscheint ein leichtes Oel und Essigsäure, und öfters auch eine kleine Menge von schwefelsaurem Methylen.

Werden 4 Th. Schwefelsäure mit 1 Th. Holzgeist gemischt, so färbt sich die Masse stark dunkelbraun und nimmt eine dickflüssige Consistenz an. Bei der Destillation dieser Mischung wird das leichte Oel nicht gebildet, es geht fast kein unveränderter Holzgeist über, und das Destillat besteht aus einer wässrigen leichten, und einer öligen schwereren Schicht. Die letztere ist ein Gemenge von schwefelsaurem und essigsaurem Methylen und schwefliger Säure; die erstere enthält Essigsäure, essigsaaures Methylen, schweflige Säure, Wasser und eine geringe Menge unzersetzten Holzgeistes; eine große Menge schwefliger Säure entweicht als Gas. Während der Destillation bläht sich die Masse, sobald das Kochen beginnt, stark auf, und droht jeden Augenblick überzu-
steigen.

Wird ein Gemenge von 10 Th. Schwefelsäure und 1 Th. Holzgeist der Destillation unterworfen, so werden dieselben Producte erhalten, nur mit dem Unterschiede, daß eine viel beträchtlichere Menge von schwefelsaurem Methylen entsteht, während nur sehr wenig von der essigsaauren Verbindung gebildet wird. Das schwefelsaure Methylen destillirt fast ganz farblos über, ist jedoch reich beladen mit schwefliger Säure; die Destillation geht ruhig und ohne Aufblähen von Statten.

Bei allen diesen Destillationen bleibt eine schwarze kohlige Masse in großer Menge in der Retorte zurück.

Das leichte Oel, welches durch Destillation von Holzgeist mit Schwefelsäure erhalten wird.

Dieses Oel, welchem wir den Namen *Methol* geben, besitzt in seinem rohen Zustande eine dunkelgelbe Farbe. Um es rein zu erhalten, wurde es von der wässrigen Flüssigkeit getrennt, mit Kali, zur Entfernung der schwefligen Säure, geschüttelt, dann auf Chlorcalcium gestellt, und zuletzt über gebrannten Kalk destillirt. Da das zuerst Uebergegangene noch Holzgeist enthalten konnte, so wurde es entfernt, und eben so die letzten Antheile, welche eine gelbliche Farbe zeigten. In seinem reinen Zustande stellt dieses Oel eine farblose Flüssigkeit dar, die ungefähr bei 175° siedet, und in allen übrigen physikalischen Eigenschaften mit dem Oele übereinstimmt, welches bei der Reinigung des rohen Holzgeistes erhalten wird, und von Kane näher beschrieben und analysirt worden ist. Die Identität dieser Stoffe wurde auch durch die Analyse vollständig nachgewiesen.

I. 0,453 Substanz gaben:

Kohlensäure	1,359	= Kohlenstoff	0,3758
Wasser	0,417	= Wasserstoff	0,0463.

100 Th. enthalten demnach:

Kohlenstoff	82,95
Wasserstoff	10,23
Sauerstoff	6,82
	<hr/> 100,00.

II. 0,280 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,850	= Kohlenstoff	0,2350
Wasser	0,264	= Wasserstoff	0,0293

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	83,93
Wasserstoff	10,47
Sauerstoff	5,60.

Auf Atome berechnet:

		Berechnet.
20 At. Kohlenstoff	1528,700	84,18
30 - Wasserstoff	187,192	10,32
1 - Sauerstoff	100,000	5,50
1 At. Methol	1815,892	100,00.

Schwefelsaures Methylen.

Diese Verbindung stellten wir uns nach der von Dumas und Peligot gegebenen Vorschrift dar, nämlich durch Destillation von 1 Th. Holzgeist mit 10 Th. Schwefelsäure. Das rohe Product wurde einige Male mit Wasser geschüttelt zur Entfernung der Schwefelsäure, kleiner Antheile essigsauren Methylen und der schwefligen Säure, hierauf auf Chlorcalcium gestellt, und dann einige Male über gebrannten Kalk rectificirt; die zuerst übergegangenen Theile wurden abgesondert. So gereinigt erscheint das schwefelsaure Methylen als ein farbloses, unangenehm riechendes, schweres Oel, und besitzt die von Dumas und Peligot angegebenen Eigenschaften.

Wir bestimmten bloß den Gehalt an Schwefelsäure: die Verbindung wurde mit einer concentrirten Kalilösung längere Zeit digerirt, die Flüssigkeit zur Trockne abgedampft und der Rückstand bis zum ruhigen Schmelzen erhitzt; die Salzmasse wurde hierauf in Wasser gelöst, mit Salzsäure übersättigt und die Schwefelsäure durch Chlorbarium gefällt.

0,486 Grm. schwefelsaures Methylen gaben 0,900 Grm. schwefelsauren Baryts = 0,3093 Schwefelsäure, folglich enthalten 100 Th. 63,64 Schwefelsäure; der Theorie nach müßten 63,31 Schwefelsäure erhalten werden.

Da unser Resultat so genau hiemit übereinstimmt, und wir im Verlaufe unserer Untersuchung keine Gründe fanden, an den von Dumas und Peligot erhaltenen

Resultaten zu zweifeln, so unterliessen wir eine Elementaranalyse.

Wird das schwefelsaure Methylen mit Wasser einer Destillation unterworfen, so bleibt in der Retorte eine Auflösung von Schwefelmethylensäure, während eine Flüssigkeit von milchigem Ansehen überdestillirt, auf welcher sich nach einiger Zeit einzelne Oeltropfen absondern. Dieselben zeigen einen ähnlichen aromatischen Geruch, wie das Methol. In der von dem Oele getrennten Flüssigkeit konnte weder durch die vorsichtigste Destillation für sich, noch über Chlorcalcium, noch über gebranntem Kalk auch nicht eine Spur von Holzgeist nachgewiesen werden, und doch hätte dieser Körper, nach der Theorie von Dumas und Peligot, in nicht unbedeutender Menge erscheinen müssen.

Das Kali zersetzt das schwefelsaure Methylen auf gleiche Weise wie das Wasser; ausser einem Kalisalz und dem genannten Oele konnte kein anderes Product erhalten werden.

Kleesaures Methylen.

Die kleesaure Verbindung wurde durch Destillation von 1 Th. Holzgeist, 1 Th. Kleesalz und 2 Th. Schwefelsäure erhalten. Zuerst geht etwas unzersetzter Holzgeist über, sobald aber das Kochen beginnt, sublimirt eine weisse krystallinische Substanz, und zwar ohne Entwicklung von schwefliger Säure. Lässt die Bildung des kleesauren Methylen nach, so bildet sich eine grosse Menge schwefliger Säure, Essigsäure, etwas Methol und bisweilen auch kleine Mengen von schwefelsaurem Methylen. Um das erhaltene kleesaure Methylen zu reinigen, wurde es zuerst so lange zwischen Filtrirpapier gepresst, bis dasselbe nichts mehr einsog, und dann bei gelinder Wärme über etwas Bleioxyd sublimirt. Das reine kleesaure Methylen besaß alle physikalischen Ei-

enschaften, welche Dumas und Péligot von demselben angeben. Die Analyse gab folgende Resultate:

I. 0,411 Substanz gaben:

Kohlensäure 0,611 = Kohlenstoff 0,1689

Wasser 0,190 = Wasserstoff 0,0211

Folglich in 100 Theilen:

Kohlenstoff 41,10

Wasserstoff 5,13

Sauerstoff 53,77

100,00.

II. 0,570 Substanz gaben:

Kohlensäure 0,855 = Kohlenstoff 0,2364

Wasser 0,263 = Wasserstoff 0,0292

Auf 100 Th. berechnet:

Kohlenstoff 41,05

Wasserstoff 5,23

Sauerstoff 53,72

100,00.

Nach Atomen berechnet:

4 At. Kohlenstoff 305,74

6 - Wasserstoff 37,44

4 - Sauerstoff 400,00

1 At. klees. Methylen 743,18

Berechnet.

41,18

5,04

53,78

100,00.

Wird das kleesaure Methylen mit Wasser behandelt, so löst sich anfangs ein Theil unzersetzt auf, nach mehreren Stunden jedoch ist die Zersetzung vollständig von Statten gegangen; eine höhere Temperatur beschleunigt dieselbe. Bei dieser Zersetzung bildet sich ein Oel, welches in seinen äußeren Eigenschaften mit dem übereinkommt, welches bei der Zerlegung des schwefelsauren Methylen schon erwähnt worden ist; außerdem wird eine wässrige Auflösung der Kleesäure erhalten. Die

Quantität des Oeles beträgt bei der Zersetzung der klee-sauren Verbindung bei weitem mehr, als bei der der schwefelsauren. Holzgeist konnte gleichfalls keine Spur nachgewiesen werden. Da wir uns selbst den Einwurf machten, daß vielleicht eine gewisse Menge Methol mechanisch in der klee-sauren Verbindung enthalten seyn konnte, so haben wir alle mögliche Sorgfalt darauf verwandt, um die Verbindung in der größten Reinheit zu erhalten. Wir haben große Quantitäten theils durch Wasser, theils durch wässriges Kali zersetzt, und die zersetzte Masse einer Destillation unterworfen. Wir haben die ersten Antheile für sich gesammelt, diese wiederholten Rectificationen unterworfen, theils für sich, theils über gebrannten Kalk und über Chlorcalcium. Wir haben den Versuch häufig wiederholt, und sind niemals im Stande gewesen, auch nur ein wenig Holzgeist nachzuweisen. Immer ging eine milchige Flüssigkeit über, auf welcher sich in der Ruhe die genannten Oeltropfen absonderten.

Wird die klee-saure Verbindung mit wässrigem Ammoniak behandelt, so bildet sich, wie auch Dumas und Peligot beobachteten, Oxamid.

Analyse des durch Zersetzung der klee-sauren Verbindung erhaltenen Oeles.

Das auf die angegebene Weise dargestellte Oel zeigt ungefähr das spec. Gewicht des Wassers, und scheidet sich deshalb nur äußerst langsam von demselben ab. Es besitzt einen dem Methol ähnlichen, aber stärkeren aromatischen Geruch. Durch Verbrennung mit Kupferoxyd wurden folgende Resultate erhalten:

I. 0,288 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,832	= Kohlenstoff	0,2300
Wasser	0,364	= Wasserstoff	0,0404.

Folglich in 100 Theilen:

Kohlenstoff	79,86
Wasserstoff	14,03
Sauerstoff	6,11
	<hr/> 100,00.

II. 0,274 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,798	=	Kohlenstoff	0,2206
Wasser	0,344	=	Wasserstoff	0,0382

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	80,51
Wasserstoff	13,94
Sauerstoff	5,55
	<hr/> 100,00.

Auf Atome berechnet:

		Berechnet.
20 At. Kohlenstoff	1528,700	80,86
42 - Wasserstoff	262,072	13,85
1 - Sauerstoff	100,000	5,28
	<hr/> 1890,772	<hr/> 99,99.

Essigsaures Methylen.

Diese Verbindung wurde durch Destillation von 1 Th. essigsaurem Kali, 1 Th. Holzgeist und 2 Th. Schwefelsäure erhalten. Die Verbindung destillirt, wie die kleesaure, gleich im Anfange ohne Entwicklung von schwefeliger Säure über; später, wenn die Bildung des essigsauren Methylen's größtentheils aufhört, erscheinen schwefelige Säure, Essigsäure, Methol und etwas schwefelsaures Methylen. Sobald sich schwefelige Säure zu entwickeln begann, wurde die Vorlage gewechselt, und blofs dieses erste Destillat zur Darstellung der reinen Verbindung benutzt; sie wurde durch Schütteln mit Wasser, und Destillation über Chlorcalcium und gebrannten Kalk

gereinigt. Auch diese Substanz besitzt alle Eigenschaften der von Dumas und Peligot beschriebenen Verbindung; auch die Elementaranalyse gab dieselben Resultate.

I. 0,547 Substanz gaben:

Kohlensäure 0,970 = Kohlenstoff 0,2682

Wasser 0,406 = Wasserstoff 0,0451.

Folglich in 100 Theilen:

Kohlenstoff	49,03
Wasserstoff	8,23
Sauerstoff	42,74
	<hr/> 100,00.

II. 0,393 Substanz gaben:

Kohlensäure 0,698 = Kohlenstoff 0,1930

Wasser 0,286 = Wasserstoff 0,0318

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	49,11
Wasserstoff	8,09
Sauerstoff	42,80
	<hr/> 100,00.

Auf Atome berechnet:

		Berechnet.
6 At. Kohlenstoff	458,610	49,15
12 - Wasserstoff	74,877	8,03
4 - Sauerstoff	400,000	42,82
1 At. essigs. Methylen	933,487	<hr/> 100,00.

Dieselbe Verbindung entsteht auch, wie bereits schon mehrmals angegeben wurde, bei der Destillation des Holzgeistes mit Schwefelsäure. Wir hielten anfangs das bei der Destillation von 1 Th. Holzgeist mit 4 Th. Schwefelsäure erhaltene ölige Destillat für das reine schwefelsaure Methylen, und das essigsäure Methylen für ein Zersetzungsproduct des ersteren. Wir behandelten da-

her die vermeintliche schwefelsaure Verbindung, nachdem sie mit wenig Wasser gewaschen, und über Chlorcalcium und gebrannten Kalk destillirt worden war, mit etwas Kali, und unterwarfen das Gemenge einer Destillation. Das Destillat wurde durch Chlorcalcium entwässert, und eine angenehm ätherisch riechende und süß schmeckende Flüssigkeit in reichlicher Menge erhalten. Dieselbe wurde einer Elementaranalyse unterworfen, und die Resultate stimmten vollständig mit der Zusammensetzung des essigsauren Methylens überein. Wir destillirten hierauf eine neue Quantität dieses Gemenges auf dem Wasserbade, wobei die essigsaure Verbindung unter heftigem Kochen in die Vorlage überging, mit Zurücklassung einer nur sehr geringen Menge schwefelsauren Methylens. Das Destillat war nun leichter als Wasser und verhielt sich ganz wie essigsaures Methylen. Die Elementaranalyse gab folgende Resultate.

I. 0,602 Substanz gaben:

Kohlensäure 1,078 = Kohlenstoff 0,2981

Wasser 0,468 = Wasserstoff 0,0520

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	49,51
Wasserstoff	8,64
Sauerstoff	41,85
	<hr/> 100,00.

II. 0,503 Substanz gaben:

Kohlensäure 0,940 = Kohlenstoff 0,2599

Wasser 0,403 = Wasserstoff 0,0448

Folglich in 100 Theilen:

Kohlenstoff	49,04
Wasserstoff	8,45
Sauerstoff	42,51
	<hr/> 100,00.

Das essigsaure Methylen ist in Wasser in ziemli-

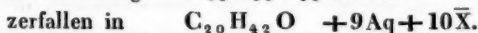
cher Menge löslich, und wird selbst durch Kochen mit Wasser nur in sehr geringer Menge zersetzt. Besser wirkt Kali, jedoch geht die Zersetzung auch mit diesem Reagenz nur sehr langsam und schwierig von Statten. Um dieselbe vollständig zu bewerkstelligen, muß die Verbindung so lange über eine Kalilösung destillirt werden, als sich in dem Destillate noch durch den Geruch die Gegenwart der Verbindung bemerken läßt. Bei dieser Zersetzung bleibt in der Retorte essigsaures Kali zurück, während in der Vorlage sich ein Wasser befindet, auf welchem das schon mehrmals erwähnte Oel zu beobachten ist; jedoch wird bei der Zersetzung des essigsauren Methylen weniger von dieser Substanz gebildet, als bei der der kleesauren Verbindung. Von Holzgeist konnte aber bei derselben wieder keine Spur nachgewiesen werden.

Durch diese Untersuchungen glauben wir vollständig nachgewiesen zu haben, daß der Holzgeist allerdings die von Dumas und Peligot beschriebenen Verbindungen, mit allen physikalischen Eigenschaften, welche die genannten Chemiker von demselben erwähnen, bilden kann. Aber eben so gewiß glauben wir, hat sich durch diese Untersuchungen herausgestellt, daß die Theorie, welche diese Chemiker über die eigentliche Natur des Holzgeistes aufgestellt haben, nicht richtig ist, obgleich auf eine auffallende Weise die Elementaranalysen die aufgestellte Theorie vollkommen zu unterstützen scheinen.

Wäre der Holzgeist eine dem Weingeiste analoge Verbindung, so müßte bei der Zersetzung des kleesauren, essigsauren etc. Methylen wieder Holzgeist gebildet werden. Bei dieser Zersetzung aber kann die Substanz, welche in diesen Verbindungen mit Essigsäure, Kleesäure u. s. w. verbunden ist, nicht wieder in Holz-

geist zurückgeführt werden, sondern diese zerfällt in Wasser und ein Oel von der Zusammensetzung $C_{20}H_{42}O$, wie Folgendes deutlich machen wird:

10 At. einer solchen



Diese Zersetzungen beweisen daher, daß die Verbindung C_2H_6O zum Holzgeiste nicht in derselben Beziehung stehen kann wie der Aether $C_4H_{10}O$ zum Weingeiste; es wäre sonst nicht einzusehen, warum C_2H_6O sich nicht wieder mit Wasser zu Holzgeist verbindet, sondern im Gegentheil sich in ein Oel und Wasser zerlegt.

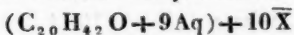
Wenn daher Schwefelsäure auf Holzgeist einwirkt, so werden seine Elemente erst ganz anders gruppiert, um sich in die beschriebenen Verbindungen umwandeln zu können, während aus dem Weingeiste Aether und Wasser, welche beide Stoffe schon als solche in demselben enthalten sind, abgeschieden werden.

Es könnte vielleicht für die Verbindungen, welche aus dem Weingeiste und dem Holzgeiste mit den Säuren entstehen, der Unterschied aufgestellt werden, daß, während in den Verbindungen aus dem Weingeist schon ein Radical C_4H_{10} fertig gebildet vorhanden ist, welches mit einem Atome O den Aether bildet, ein solches durch die Einwirkung der Säuren auf den Holzgeist erst erzeugt und in ein Hydrat, das Hydrat des Methylens $=C_2H_4 + Aq$, umgewandelt werde, ohne anzunehmen, daß im Holzgeiste selbst schon ein solches Hydrat enthalten sey. Bei der Zersetzung dieser Verbindungen aber verwandelt sich dieses Radical $=C_2H_4$ in einen polymerischen Kohlenwasserstoff $=C_{20}H_{40}$, welcher *Paramethylen* genannt werden könnte, und der sich im Augenblick seines Abscheidens mit einem Atom Wasser verbindet.

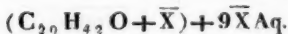
Jedenfalls glauben wir, daß der Methylenäther C_2H_6O von Dumas und Peligot nicht als solcher in den verschiedenen Methylenverbindungen enthalten ist; denn es wäre jedenfalls sonderbar, daß ein und dieselbe Substanz bei der Abscheidung mit Wasser sich in Wasser und ein Oel zerlegt, während die gleiche Verbindung im freien Zustande weder durch Wasser, noch durch Alkalien, noch durch Säuren irgend eine Veränderung erleidet.

Zwar könnte in den Methylenverbindungen auch ein Oxyd gedacht werden, welches bei seiner Abscheidung in das Oel und Wasser zerfiel; jedoch scheint uns, daß die erste Hypothese die Verschiedenheit, welche bei der Zersetzung der Methylenverbindungen und der Aetherarten beobachtet wird, besser erklären würde.

Noch weniger glauben wir kann angenommen werden, daß die Verbindungen, welche aus dem Holzgeiste dargestellt werden können, die Körper schon fertig gebildet enthalten, welche bei ihrer Zersetzung daraus abgeschieden werden. Diese Betrachtungsart würde wenigstens mit unseren gewöhnlichen Begriffen über die Zusammensetzungsweise der Körper im Widerspruche stehen; denn hiernach würden diese Verbindungen, wenn man im Allgemeinen die Säure mit \bar{X} bezeichnet, folgenden allgemeinen Formeln entsprechen:



oder:



X y l i t.

Wie Xylit aus dem rohen Holzgeist gewonnen wird, ist bereits oben auseinandergesetzt worden. Es ist vor allen Dingen, um diese Verbindung rein zu erhalten, darauf zu achten, daß der gereinigte rohe Holz-

geist so lange mit Chlorcalcium behandelt wird, als dasselbe noch Holzgeist daraus aufzunehmen im Stande ist. Wir haben, um Xylit so rein wie möglich zu erhalten, die bei der Destillation des rohen Holzgeistes über Chlorcalcium zuerst übergegangenen Theile mehrmals abwechselnd über gebrannten Kalk und Chlorcalcium destillirt, und dabei jedesmal die letzten Antheile abgesondert.

Der so gereinigte Xylit besaß alle Eigenschaften, welche Liebig von demselben angiebt. Seinen Siedepunkt fanden wir constant bei 60° C. Die Resultate unserer Elementaranalysen weichen indess von denen, welche Liebig erhielt, etwas ab.

I. 0,551 Substanz gaben:

Kohlensäure	1,065	= Kohlenstoff	0,2945
Wasser	0,496	= Wasserstoff	0,0551.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	53,44
Wasserstoff	10,00
Sauerstoff	36,55
	<hr/> 99,99.

II. 0,353 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,679	= Kohlenstoff	0,1877
Wasser	0,341	= Wasserstoff	0,0379.

Folglich in 100 Theilen:

Kohlenstoff	53,17
Wasserstoff	10,74
Sauerstoff	36,09
	<hr/> 100,00.

Analysen von Liebig.

	I. und II.	I. und II.		Berechnet.
Kohlenstoff	54,747	54,753	C ₂	53,83
Wasserstoff	10,753	11,111	H ₅	10,97
Sauerstoff	34,500	34,136	O	35,19
	<hr/> 100,000	<hr/> 100,000		<hr/> 99,99.

Diese vier Analysen geben fast einen Procent Kohlenstoff mehr und einen Procent Sauerstoff weniger als seine Formel verlangt, während sonst gewöhnlich der umgekehrte Fall stattfindet. Diefs möchte vielleicht vermuthen lassen, dafs Liebig's Substanz noch etwas von dem Oele enthalten habe, von dem der Xylit, wenn man nicht mit größeren Quantitäten arbeiten kann, sehr schwer zu befreien ist.

Unsere Analysen geben etwas weniger Wasserstoff als die von Liebig aufgestellte Formel erfordert, daher wir denn, bis wir andere Gründe für die Festsetzung der Zusammensetzung des Xylits besitzen, folgende Formel vorschlagen:

		Berechnet.
6 At. Kohlenstoff	458,610	54,24
14 - Wasserstoff	87,356	10,32
3 - Sauerstoff	300,000	35,43
1 At. Xylit	845,966	99,99.

Eine Bestimmung des spec. Gewichts des Dampfes fiel anders aus als diejenige, welche Kane vorgenommen hat. Wir erhielten nämlich 2,264; die Berechnung giebt 2,33193, wenn man annimmt, dafs sich die Bestandtheile vier Mal verdichtet haben.

Gewichtsüberschuß des mit Dampf erfüllten Ballons im Vergleich des mit Luft erfüllten

Inhalt des Ballons	0,259 Grm.
Zurückgebliebene Luft	299 C. C.
Temperatur der Luft	0
Temperatur des Dampfes	10° C.
Barometerstand	99° C.
Specifisches Gewicht des Dampfes	0,726 M.
	=2,264.
	39 *

Nach der Berechnung:

6 Vol. Kohlenstoff	5,05674
14 - Wasserstoff	0,96320
3 - Sauerstoff	3,30780
	<hr/>
	9,32774.

$$\frac{9,32774}{4} = 2,33193.$$

Verhalten des Xylits zur Schwefelsäure.

Wird Schwefelsäure mit Xylit vermischt, so findet eine bedeutend grössere Wärmeentwicklung statt, als bei der Mischung des Holzgeistes mit Schwefelsäure. Die Masse wird augenblicklich dunkler und dickflüssiger, und es entsteht, wie wir weiter zeigen werden, dieselbe Säure, welche der Holzgeist mit der Schwefelsäure zu bilden vermag.

Werden gleiche Theile Schwefelsäure und Xylit einer Destillation unterworfen, so geht im Anfange eine Flüssigkeit ohne Entwicklung von schwefliger Säure über, welche aus unverändertem Xylit und dem von Reichenbach entdeckten *Mesit* besteht. Sobald die Entwicklung der schwefligen Säure beginnt, was nach sehr kurzer Zeit eintritt, wird das Destillat weggenommen; das weiter kommende trennt sich in zwei Schichten, von denen die obere gelb gefärbte hauptsächlich aus *Mesit*, *Methol* und schwefliger Säure, die untere aus Xylit, Wasser, Essigsäure, schwefliger Säure und zuweilen aus etwas schwefelsaurem Methylen besteht.

Gmelin ¹⁾ erwähnt unter den Producten der Destillation des Holzgeistes mit Schwefelsäure einer Flüssigkeit, die nach seiner Angabe aus zwei Substanzen besteht, welche ganz sicher *Mesit* und *Methol* sind.

Bei der Destillation von 4 Th. Schwefelsäure mit 1 Th. Xylit sind die Erscheinungen fast dieselben, wie

1) Gmelin, Handbuch der Chemie, 3. Aufl. Bd. II S. 345.

bei der Destillation von 4 Th. Schwefelsäure mit 1 Th. Holzgeist; aufser etwas Mesit werden dieselben Producte gebildet.

Werden 10 Th. Schwefelsäure mit 1 Th. Xylit destillirt, so findet ganz dasselbe Verhalten statt, wie bei der Destillation von 10 Th. Schwefelsäure mit 1 Th. Holzgeist; von Mesit wird kaum eine Spur gebildet.

Bei allen diesen Destillationen bleibt ebenfalls eine schwarze kohlige Masse in der Retorte zurück.

Verhalten des Xylits bei der Destillation mit Kleesalz und Schwefelsäure.

Bei der Destillation von 2 Th. Schwefelsäure mit 1 Th. Xylit und 1 Th. Kleesalz geht im Anfange, ohne Entwicklung von schwefliger Säure, etwas Mesit und unzersetzter Xylit über, sobald sich aber schweflige Säure bildet, erscheint in der Vorlage eine krystallinische Substanz, neben Essigsäure, Methol und etwas schwefelsaurem Methylen. Die Flüssigkeit wurde von der erstarrten Masse, die durch das eingeschlossene Oel gelb gefärbt war, getrennt, und diese nun so lange zwischen Löschpapier gepresst, bis dasselbe nicht mehr feucht wurde, und hierauf noch einer Sublimation unterworfen. Die so erhaltene Substanz besafs nun vollkommen alle Eigenschaften des kleesauren Methylens. Es entsteht also das kleesaure Methylen ganz auf dieselbe Weise aus dem Xylit, wie aus dem Holzgeiste, nur mit dem Unterschiede, dafs die Bildung derselben aus dem ersteren immer mit Entwicklung von schwefliger Säure begleitet wird, und die Ausbente nicht so reichlich ist, wie bei Anwendung von Holzgeist.

Vergleichung der Barytsalze der Säuren, welche durch Vermischen des Holzgeistes und des Xylits mit Schwefelsäure entstehen.

Sowohl Xylit als Holzgeist bilden, mit Schwefelsäure vermischt, eigenthümliche Säuren, welche mit der Baryterde lösliche Salze hervorzubringen vermögen. Wir über-

zeugten uns, daß die Verbindung, welche Xylit zu bilden vermag, identisch ist mit der, welche durch Holzgeist gebildet wird, und die bereits von Dumas und Peligot näher untersucht und beschrieben worden ist. Jedoch findet bei der Bildung dieser Säuren ein wesentlicher Unterschied statt. Werden nämlich gleiche Theile Holzgeist und Schwefelsäure vermischt, die Mischung mit Wasser verdünnt und dann mit kohlensaurem Baryt gesättigt, so fällt kaum gefärbter schwefelsaurer Baryt zu Boden, und die darüber stehende Flüssigkeit ist vollkommen klar. Werden dagegen gleiche Theile Xylit und Schwefelsäure gemengt und die Mischung mit Wasser verdünnt, so besitzt die so erhaltene Flüssigkeit eine tief rothbraune Farbe. Wird hierauf mit kohlensaurem Baryt gesättigt, so fällt mit dem schwefelsauren Baryt ein brauner, öligharziger Körper zu Boden, welcher das Filtriren der Salzlösung, indem er wie ein Harz das Filtrum überzieht, sehr erschwert.

Die Analyse dieser Salze auf die Menge der Schwefelsäure und des Baryts wurde auf folgende Weise vorgenommen: Eine gewogene Menge des Salzes wurde mit einem Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Kali geglüht, die geglühte Masse mit Wasser behandelt, mit Salzsäure übersättigt und der schwefelsaure Baryt abfiltrirt. Aus diesem wurde die ganze Menge des in dem Salze enthaltenen Baryts und die Hälfte der Schwefelsäure gefunden; die andere Hälfte der Schwefelsäure, welche noch in der durchfiltrirten Flüssigkeit enthalten war, wurde mit Chlorbarium gefällt.

I. 0,779 Grm. des Barytsalzes aus Holzgeist gaben:

1) 0,448 schwefelsauren Baryt, worin 0,2940 Baryt und

0,1540 Schwefelsäure enthalten sind;

2) 0,454 schwefelsauren Baryt, worin 0,1560 Schwefelsäure enthalten sind.

Also enthalten 0,779 dieses Salzes:

Baryt	0,2940 oder in 100 Th.	37,74
Schwefelsäure	0,3100 - - - -	39,79.

1,092 Grm. des Salzes mit Kupferoxyd verbrannt, gaben:

Kohlensäure	0,270 = Kohlenstoff	0,0746
Wasser	0,302 = Wasserstoff	0,0335

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	6,84
Wasserstoff	3,07.

Wird für das Krystallwasser hiervon 1,10 Wasserstoff abgezogen, so bleibt noch 1,97 Wasserstoff für die organische Substanz.

II. 0,350 Grm. des Barytsalzes aus Xylit gaben:

1) 0,202 schwefelsauren Baryt, worin 0,1316 Baryt und

0,0746 Schwefelsäure enthalten sind;

2) 0,199 schwefelsauren Baryt, worin 0,0684 Schwefelsäure enthalten sind.

Also enthalten 0,350 dieses Salzes:

Baryt	0,1316 oder in 100 Th.	37,88
Schwefelsäure	0,1430 - - - -	39,38.

1,026 Grm. dieses Salzes mit Kupferoxyd verbrannt, gaben:

Kohlensäure	0,267 = Kohlenstoff	0,0738
Wasser	0,327 = Wasserstoff	0,0363.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	7,19
Wasserstoff	3,54.

Wird für das Krystallwasser hiervon 1,10 Wasserstoff abgezogen, so bleibt noch 2,44 Wasserstoff für die organische Substanz.

Barytsalz aus Holzgeist, aus Xylit.

Baryt	37,74	37,88
Schwefelsäure	39,79	39,38
Kohlenstoff	6,84	7,19
Wasserstoff	1,97	2,44
Sauerstoff	3,76	3,21
Wasser	9,90	9,90
	100,00	100,00.

M e s i t

Das bei der Destillation von gleichen Theilen Xylit mit Schwefelsäure vor der Entwicklung von schwefliger Säure erhaltene Destillat scheidet sich beim Vermischen mit gleichen Theilen Wasser ab, und schwimmt als eine ätherische Flüssigkeit auf demselben. Das erhaltene Destillat ist ein Gemenge von Xylit und Mesit. Die Trennung beider Stoffe geschieht am besten durch Chlorcalcium, welches in Xylit löslich, in Mesit aber unlöslich ist. Wird daher ein Gemenge von Xylit und Mesit mit Chlorcalcium in Berührung gebracht, so scheidet sich in demselben Verhältnisse als das Chlorcalcium sich im ersteren sich auflöst, der letztere in Gestalt einer leichten, wasserklaren Flüssigkeit ab und schwimmt auf der schweren Chlorcälciumlösung. Wird der Mesit abgenommen, abermals mit Wasser geschüttelt, um kleine Antheile von Xylit, die noch vorhanden seyn können, wegzunehmen, und sodann durch mehrmalige Destillationen über Chlorcalcium und gebrannten Kalk entwässert, so hat man ihn vollkommen rein. Auch muß zur Darstellung eines reinen Mesits besonders darauf Rücksicht genommen werden, daß die zuerst übergehenden Theile von den, unter Entwicklung von schwefliger Säure, übergehenden Substanzen sorgfältig getrennt werden; denn die letzteren enthalten immer Methol, von dem der Mesit, wenn nicht große Quantitäten zu Gebote stehen, nur schwierig zu trennen ist. Das Verhalten des Mesits zum

Chlorcalcium beweist hinlänglich, dafs der zur Darstellung des Mesits angewandte Xylit den Mesit nicht schon enthielt, denn sonst müßte derselbe sich gleichfalls durch Chlorcalcium in zwei Schichten trennen lassen.

Beim reinen Mesit fanden wir ebenfalls diejenigen physikalischen Eigenschaften, welche Reichenbach von demselben angiebt. Er brennt mit einer leuchtenden, rufsenden Flamme, bedarf ungefähr 3 Th. Wasser zur Auflösung, besitzt ein specifisches Gewicht von 0,808 und einen Siedpunkt von 63° C. Die Analyse gab folgende Resultate:

I. 0,312 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,612	= Kohlenstoff	0,1689
Wasser	0,272	= Wasserstoff	0,0302.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	54,13
Wasserstoff	9,67
Sauerstoff	36,19
	<hr/> 99,99.

II. 0,414 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,818	= Kohlenstoff	0,2262
Wasser	0,372	= Wasserstoff	0,0413.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	54,64
Wasserstoff	9,97
Sauerstoff	35,38
	<hr/> 99,99.

Auf Atome berechnet:

		Berechnet.
6 At. Kohlenstoff	458,610	54,64
13 - Wasserstoff	81,117	9,66
3 - Sauerstoff	300,000	35,70
1 At. Mesit	839,727	100,00.

Die Bestimmung des specifischen Gewichts des Dampfes dieser Substanz gab 2,873, nach der Berechnung erhält man 3,08631, wenn man annimmt, dass die Bestandtheile sich drei Mal verdichtet haben.

Gewichtsüberschufs des mit Dampf gefüllten Ballons im Vergleich des mit

Luft erfüllten

0,296 Grm.

Inhalt des Ballons

210 C. C.

Zurückgebliebene Luft

1 C. C.

Temperatur der Luft

8° C.

Temperatur des Dampfes

99° C.

Barometerstand

0,728 M. M.

Specifisches Gewicht des Dampfes

= 2,873.

Nach der Berechnung:

6 Vol. Kohlenstoff 5,05674

13 - Wasserstoff 0,89440

3 - Sauerstoff 3,30780

9,25894.

$\frac{9,25894}{3} = 3,08631.$

Mischt man Schwefelsäure mit Mesit, so findet eine viel unbedeutendere Erwärmung und schwächere Färbung statt, als bei der Mischung mit Holzgeist oder Xylit. Es bildet sich hierbei ebenfalls eine Säure, welche mit Baryt ein lösliches Salz giebt; dieß scheint aber, einer vorläufigen Untersuchung zufolge, nicht dasselbe Salz zu seyn, welches man aus Holzgeist oder Xylit erhält.

Bei der Destillation von gleichen Theilen Schwefelsäure und Mesit, bildet sich schweflige Säure, Essigsäure und ein Oel, welches, wie die nähere Prüfung und Analyse zeigte, Methol ist. Das Oel, das zur Analyse angewandt wurde, konnte wegen Mangel an Substanz nicht ganz wasserfrei gemacht werden, jedoch wird die Analyse hinreichen, um die Identität dieses Oeles mit den Methol zu bestätigen.

0,310 Substanz gaben:

Kohlensäure 0,911 = Kohlenstoff 0,2519

Wasser 0,304 = Wasserstoff 0,0338.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	81,26
Wasserstoff	10,90
Sauerstoff	7,83
	<hr/> 99,99:

Destillirt man Mesit mit mehr Schwefelsäure, so erhält man fast blofs Essigsäure und schweflige Säure; es bildet sich nur sehr wenig Methol und gar kein schwefelsaures oder essigsaures Methylen.

Mesit mit Kleesalz und Schwefelsäure destillirt, liefert keine Spur von kleesaurem Methylen; es bildet sich blofs wieder Methol, Essigsäure und schweflige Säure.

Aus den mitgetheilten Untersuchungen ergibt sich, dafs der rohe Holzgeist nach der Reinigung mit gebranntem Kalk ein Gemenge von Substanzen seyn kann, die je nach den Umständen, unter denen er sich bildet, in verschiedener Menge sich vorfinden, und von denen auch die eine oder die andere öfters fehlen kann. Jedenfalls hat die Temperatur bei der trocknen Destillation einen nicht unbedeutenden Einflufs auf die sich bildenden Stoffe. Aus derselben Holzessigfabrik, aus welcher Hr. Professor Löwig fast reinen Holzgeist erhalten hatte, erhielten wir ungefähr ein halbes Jahr später ein Product, das grösstentheils aus Xylit und nur aus wenigem Holzgeist bestand.

Aus den Angaben von Dumas und Peligot scheint hervorzugehen, dafs sie mit einem reinen Holzgeiste ihre Untersuchungen angestellt haben; einen gleichen scheint auch Kane zu seinen Versuchen gehabt zu haben.

Ein Gemenge von Xylit und Holzgeist hatte ohne

Zweifel Gmelin, da sein Holzgeist bei der Destillation mit Schwefelsäure Mesit lieferte, und wahrscheinlich auch Liebig, wenigstens scheint dies aus den beiden Analysen hervorzugehen, die er nach den ersten Rectificationen über Chlorcalcium angestellt hatte. Wird nämlich von der angegebenen Zusammensetzung die des Xylits abgezogen, so wird Wasserstoff und Sauerstoff nicht im Verhältnisse wie im Wasser erhalten, sondern der Wasserstoff beträgt etwas mehr, woraus sich vermuthen läßt, daß sein Xylit noch etwas Holzgeist enthielt.

Nach den Angaben von Reichenbach und Berzelius enthält der rohe Holzgeist bisweilen Mesit.

Enthält der gereinigte rohe Holzgeist sehr viel Holzgeist und nur wenig Xylit, so kann der Fall eintreten, daß bei der Sättigung mit Chlorcalcium sich etwas Xylit abscheidet, welcher leicht mit Mesit verwechselt werden könnte. Da jedoch Xylit mit Wasser sich in allen Verhältnissen mischt, so ist es leicht, sich von der Anwesenheit der einen oder der andern Substanz zu überzeugen.

Sollten Holzgeist, Xylit und Mesit gleichzeitig mit einander gemengt vorkommen, so geht die Trennung derselben aus dem angegebenen Verhalten dieser drei verschiedenen Stoffe zum Chlorcalcium von selbst hervor.

Es scheint uns nicht unwahrscheinlich, daß diese verschiedenen Stoffe, wenn sie verschieden hohen Temperaturen ausgesetzt werden, in einander übergehen können, und wir hoffen, sowohl über diesen Gegenstand, so wie über verschiedene zum Theil schon berührte Punkte, später mehreres mittheilen zu können.

Nachschrift. Die Arbeit über den Holzgeist wurde von zwei meiner Schüler, welche sich mit dem größten Eifer dem Studium der Chemie widmen, im hiesigen Laboratorium unter meinen Augen ausgeführt. Die Arbeit

mufs in jeder Beziehung für eine selbstständige gehalten werden, und ich erlaube mir, die Versicherung zu geben, dafs beide junge Männer mit ängstlicher Gewissenhaftigkeit experimentirten. Die Resultate, welche sie erhielten, sind in mehrfacher Hinsicht interessant. Sie bestätigen die analytischen Resultate der Dumas und Peligot'schen Untersuchung; sie zeigen aber auch, welche falsche Schlüsse aus den besten Analysen gezogen werden können, wenn, der Analytiker, befangen von theoretischen und hypothetischen Ansichten, seine Untersuchungen gleich von vorn herein in der Absicht anstellt, durch dieselben neuen Belege für solche vorgefafste Meinungen zu erhalten.

Die Arbeit von Dumas und Peligot ist so rund, glatt und abgeschlossen, wie wenige in der organischen Chemie; das Material fügte sich auf das Willigste in die Ansichten der Untersucher. Aber freilich haben dieselben Alles unberührt gelassen, was nicht in ihren Kram pafst, und namentlich die Menge Producte, die ausser ihren Verbindungen noch gebildet werden, mit keiner Sylbe erwähnt, und dennoch waren diese allein schon hinreichend, um ihnen zu zeigen, dafs für die geliebte Theorie beim Holzgeist wenig Nahrung zu holen ist.

Da Xylit dieselben Verbindungen bilden kann, wie der Holzgeist, nebenbei aber noch Mesit gebildet wird, so könnte angenommen werden, Xylit sey eine chemische Verbindung vom Holzgeist und Mesit. Diese Ansicht ist aber entschieden unrichtig. Mesit und Xylit weichen in ihrer Zusammensetzung so wenig von einander ab, dafs sie fast für isomere Verbindungen gehalten werden könnten. Mesit müfste aber eine ganz andere Zusammensetzung haben, wenn er mit Holzgeist verbunden den Xylit darstellen sollte. Auch ergiebt sich, wenn die Umstände beobachtet werden, unter denen der Mesit aus dem Xylit entsteht, dafs es sich keineswegs um eine

blofse Abscheidung des Mesits handelt. Aber gerade die Fähigkeit des Xylits, dieselben Verbindungen mit Säure bilden zu können, wie der Holzgeist, giebt den richtigen Maafsstab zur Prüfung der Dumas-Péligot'schen Theorie über die Natur des Holzgeistes.

Die analytischen Resultate von Schweitzer und Weidmann über den Xylit weichen etwas von denjenigen ab, welche Liebig gefunden hat. Der Unterschied ist aber nicht so grofs, dafs nicht die Formel $C_4H_{10}O_2$, welche Liebig für den Xylit aufgestellt, auch aus den Resultaten der ersteren abgeleitet werden könnte. Nach dieser Formel könnte der Xylit, wie schon Liebig bemerkt, als das zweite Oxyd des Aethyls angesehen werden. Es ist klar, dafs wenn diese Ansicht richtig ist, Xylit mit Kalium, ohne Abscheidung von Wasserstoffgas, Aetherkali bilden müsse; diefs ist aber nicht der Fall. Wird Xylit mit Kalium zusammengesetzt, so entsteht augenblicklich eine weifse, gallertartige Masse, welche, vollständig getrocknet, durch Behandlung mit Wasser keinen Weingeist, sondern eine ölige Substanz liefert, welche leichter ist als Wasser. Wasserstoffgas wird dabei nicht entwickelt. Ganz gleich wie Xylit verhält sich auch Mesit zu Kalium. Die Producte, welche bei der Einwirkung des Kaliums auf Mesit, Xylit und Holzgeist gebildet werden, werden den Gegenstand einer zweiten Arbeit der genannten jungen Chemiker ausmachen.

Das Kalium ist bei indifferenten organischen Verbindungen öfters ein vortreffliches Mittel, um zu entscheiden, ob dieselben Hydratwasser enthalten oder nicht. Ich habe Aethyl mit Kalium behandelt. Bei gelinder Erwärmung entwickelt sich Wasserstoffgas in bedeutender Menge. Die flüssige Masse bleibt vollkommen durchsichtig, während das Kalium sich hinreichend oxydirt. Nach einiger Zeit mufs die Zersetzung durch eine höhere Temperatur unterstützt werden. Wird, wenn die Entwicklung von Wasserstoffgas fast ganz aufgehört hat,

die wieder erkaltete Masse mit verdünnter Salzsäure gekocht, so scheidet sich unverändertes Aethyl ab. Diese Zersetzung wird am besten zuerst auf dem Wasserbade und später auf einem Oelbade vorgenommen. Auf freiem Feuer findet, besonders bei Anwendung eines Ueberschusses von Kalium, leicht eine vollständige Zersetzung statt, indem Kohle sich abscheidet etc. Das Aethyl ist daher sicher das Hydrat von Cetenoxyd



und der Wallrath eine Verbindung von Margarinsäure mit Cetenoxyd.

Im 42sten Band, S. 439, dieser Annalen ist von Berzelius angegeben, daß Liebig Aldehyd mit Kalium behandelte. Es heisst daselbst: »Wenn Kalium gelinde mit Aldehyd erwärmt wird, so entwickelt sich Wasserstoffgas etc.« Nur in dieser Beziehung erlaube ich mir eine Bemerkung zu machen. Ich habe nämlich schon früher diesen Versuch gemacht, und gefunden, daß im Augenblick, als man Kalium in den Apparat fallen läßt, in welchem sich Aldehyd befindet, das stürmische Kochen eintritt, und ehe man die Gasentwicklungsröhre aufgesetzt hat, ist fast keine Spur von Aldehyd mehr vorhanden. Ich habe den Apparat, in welchem das Aldehyd enthalten war, künstlich kalt gehalten, und doch traten die oben genannten Erscheinungen ein. Eine Temperaturerhöhung war wenigstens durch das Gefühl gar nicht zu beobachten. Es schien mir fast, als veranlasse das Kalium durch den Contact die Vergasung. Sehr leicht aber gelingt der Versuch, wenn über das Kalium Aldehydgas geleitet wird. Die Wasserstoffgas-Entwicklung beginnt sogleich. Ehe ich von den Ansichten Berzelius's Kenntniß hatte, habe ich die Verbindung, welche Aldehyd mit Kalium bildet, dem Aetherkali analog zusammengesetzt gehalten. Das Aldehyd selbst betrachtete ich als eine dem Weingeist entsprechende Verbindung. Es wäre gewiß sehr interessant zu untersuchen,

ob $(C_4H_6)O$ ähnliche ätherische Verbindungen mit den Säuren bilden könne, wie der Aether. Eine Auflösung des Aldehyds in Wasser zeigte nicht die geringste saure Reaction. Ist Aldehyd unteracetyligsaures Hydrat, so sollte man glauben, dasselbe müßte, aufser mit Ammoniak, auch mit anderen Basen direct verbunden werden können.

Chloral mit Kalium behandelt, entwickelt gleichfalls Wasserstoffgas. Zugleich entsteht noch ein harzähnlicher Körper. Wird derselbe mit Wasser ausgewaschen, so enthält die wäßrige Flüssigkeit, aufser freiem Kali, eine bedeutende Menge Chlorkalium. Es ist wahrscheinlich, daß Weingeist, Aldehyd und Chloral Hydrate sind nach folgender Formel:

Weingeist $(C_4H_{10})O + Aq$

Aldehyd $(C_4H_6)O + Aq$

Chloral $(C_4H_6)O + Aq$

Ich bin mit einer großen Arbeit über die Einwirkung des Kaliums, besonders auf die zusammengesetzten Aetherarten, beschäftigt, und werde bald im Stande seyn, die erhaltenen Resultate mittheilen zu können ¹⁾.

C. Löwig.

- 1) Vor ganz Kurzem und den Verfassern der vorstehenden Abhandlung noch unbekannt, ist auch von L. Gmelin eine Arbeit über den Holzgeist erschienen (Ann. d. Pharm. Bd. XXV S. 47), die bei einigen Abweichungen (wohl daraus entsprungen, daß der gelehrte Heidelberger Chemiker hauptsächlich die successive Destillation als Trennungsmittel anwandte) doch darin mit den Resultaten von Weidmann und Schweizer übereinstimmt, daß ihr zufolge neben dem Dumas'schen *Methylenbihydrat* auch *Xylit* (von Gmelin *Lignon* genannt, und identisch in der Zusammensetzung mit Liebig's Holzgeist gefunden) im Holzgeist enthalten ist. Außerdem hat G. im *Pariser* Holzgeist noch *Essiggeist* gefunden, eine Spur davon auch in dem Holzgeist von *Wattwyl*, so wie im letzteren auch das Daseyn einer davon verschiedenen eigenthümlichen Flüssigkeit wahrscheinlich gemacht. Ob letztere identisch sey mit dem Mésit, steht ferneren Untersuchungen zu entscheiden anheim. P.

II. *Ueber die chemische Zusammensetzung der menschlichen Lymphe; von R. F. Marchand und C. Colberg in Halle.*

Die Gelegenheit, reine menschliche Lymphe zu erhalten, ist sehr selten, und wenn sie sich darbietet, so ist meist die Quantität derselben, die man auffangen kann, so gering, daß es mit den größten Schwierigkeiten verknüpft ist, Untersuchungen darüber anzustellen, die den ausgedehnten Anforderungen, welche die Wissenschaft zu machen berechtigt ist, und durch deren Erfüllung ein wirklicher Fortschritt derselben herbeigeführt wird, genügen könnten.

Durch die Forschungen von Johann Müller, und seine Entdeckung der Lymphheerzen, ist in physiologischer Beziehung hinsichtlich dieses Körpers bei weitem mehr geleistet worden, als man in der nächsten Zeit von einer chemischen Untersuchung erwarten darf. Diefs ist um so erklärlicher, da das vornehmste, fast einzige Hilfsmittel zu physiologischen Beobachtungen, das Mikroskop, schon bei ungemein geringen Quantitäten der zu untersuchenden Substanzen seine volle Anwendung findet, während die chemische Analyse, namentlich organischer Stoffe, so zusammengesetzter Art, selbst die größte Menge nicht verschmähen darf. Wenn man nun noch vollends erwägt, wie schwierig es ist, selbst in den begünstigsten Fällen die Aufgabe auf genügende Weise zu lösen, so wird man die Mangelhaftigkeit unserer Untersuchung, welche wir gewiß selbst vollkommen anerkennen, entschuldigen. Es ist kaum nöthig an die Differenzen zu erinnern, welche noch jetzt in den Ansichten der Gelehrten über die Zusammensetzung des Blutes herrschen, ungeachtet dasselbe seit langer Zeit der Ge-

genstand vieler chemischen Prüfungen durch die ausgezeichnetsten Forscher gewesen ist; und diesen Stoff kann man in jeder beliebigen Quantität, ja selbst noch im thierischen Körper selbst untersuchen. Wie ganz anders verhalten sich die Sachen hier bei der Lymphe, einer Flüssigkeit, die, wie gesagt, so selten rein erhalten werden kann, und von der selten eine gröfsere Quantität als 10 Grm. verwandt werden kann.

Eine ganz genaue chemische Analyse der Lymphe, in Vergleichung mit der Zusammensetzung des Blutes, ist von besonderer Wichtigkeit, da hiedurch der Antheil dieses Körpers an der Blutbildung erforscht werden könnte, um so mehr, da der Zuflufs der Lymphe zum Blute und ihre Anwesenheit darin im unveränderten Zustande (wenigstens der Lymphkörper) mit Sicherheit nachgewiesen ist. Wir überlassen es den Physiologen von Fach, diese Sache weiter auszuführen, und müssen es nur bedauern, keine Beiträge zur näheren Kenntnifs dieses Stoffes liefern zu können, wie sie sich aus der chemischen Prüfung unter dem Mikroskope ergaben. Wir hätten unsere Untersuchung um so lieber auf diese Weise ausgedehnt, je mehr wir von der Nützlichkeit dieser Art und Weise zu experimentiren, wie es durch Joh. Müller in die physiologische Chemie fest eingeführt ist, durchdrungen sind; indessen standen dem Einen von uns die nöthigen Hilfsmittel dazu nicht zu Gebote, während dem Andern die Lymphe in einem Zustande zukam, welche wohl noch eine chemische Prüfung gestattete, aber nicht mehr eine sichere mikroskopische.

Wir müssen noch bemerken, dafs von uns Beiden die Untersuchung unabhängig von einander angestellt wurde, deren Resultate, sich einander ergänzend, hier zusammen angeführt werden.

Die Lymphe, welche wir zu unseren Untersuchungen verwandten, wurde aus einer Wunde gewonnen, die

sich ganz ähnlich, wie in dem Müller'schen Falle, auf dem Fuhrücken befand und der Heilung hartnäckig widerstand. Die Menge war nur unbedeutend, die abge sondert wurde, indem innerhalb 12 Stunden nur unge fähr $1\frac{1}{2}$ Grm. gesammelt werden konnten ¹⁾. Das spec. Gewicht der Flüssigkeit betrug 1,037. Nach einiger Zeit setzte sich auf den Boden des Gefäßes, ganz wie es bei Joh. Müller beschrieben ist, ein spinnwebearti ges Gerinsel von Faserstoff ab, welcher abfiltrirt, mit Aether ausgezogen und im Wasserbade getrocknet, 0,52 Proc. betrug. Die darüber stehende, etwas opalisirende Flüssigkeit hatte eine schwach gelbliche Färbung und un gefähr die Consistenz des Mandelöls. Mit 30 Th. Was ser vermischt, ertheilte es demselben ebenfalls die Ei genschaft, schwach zu opalisiren, ohne dafs sich nach längerer Zeit daraus etwas absetzte. Alkohol und Queck silberchlorid fällten sogleich weisse, zarte Flocken. Die Flüssigkeit reagirte sehr stark alkalisch und stellte das geröthete Lackmuspigment wieder her; ein Umstand, der interessant ist, da auf ihm höchst wahrscheinlich die starke alkalische Reaction beruht, welche der Eiter auf der fri schen absondernden Fläche zeigt, während sie in dem da von abgenommenen Eiter verschwindet, welcher sich dann ganz neutral verhält.

Im Wasserbade, bis zu $97,5^{\circ}$ C. erwärmt, gerann die Lymphe vollständig durch das darin enthaltene Ei weifs; bis zu 100° im Wasserbade erwärmt und einige Zeit bei dieser Temperatur erhalten, bildete sie eine fe ste graue Masse, welche sich leicht pulvern liefs. 6,798 Grm. hinterliessen hiebei 0,209 Grm. feste Bestandtheile = 3,074 Proc. Als dieser Rückstand mit Aether behan delt und vollkommen damit erschöpft wurde, erlitt er einen Verlust von 0,018 Grm.; wurde der Aether bei

1) Ausführlichere Nachricht über diesen Fall giebt die Inaugural-Di ssertation des Dr. P. Trog, „*de Lympha*“, Halae 1837, welcher die Untersuchung des Einen von uns angefügt ist.

höchst gelinder Wärme auf einem Uhrglase verdampft, so blieben röthlich gefärbte Fettkügelchen zurück, welche durch Alkohol in eine ölige und eine krystallinische Substanz zerlegt zu werden schienen, wie sich bei der Betrachtung mit einer starken Vergrößerung zeigte. Bei erhöhter Temperatur verflüchtigte sich dieses Fett, welches dem Papier starke Fettflecke mittheilte, mit einem unangenehm riechenden und die Augen heftig reizenden Dampfe. Die mit Aether erschöpfte Masse wurde mit kochendem Wasser ausgezogen, welches einen Rückstand von 0,065 Grm. liefs, aus Eiweifs und Faserstoff bestehend. Die abfiltrirte Flüssigkeit war ganz klar, und hinterliefs, nach dem Verdampfen im Wasserbade, einen blafs gelblichen, salzartigen Rückstand, welcher, zum Trocknen abgedunstet, schwache alkalische Reaction zeigte, und geglüht einen Rückstand von 0,105 Grm. hinterliefs, welcher mit Säuren aufbrauste, und eine viel entschiednere Alkalität besafs, wahrscheinlich durch Zersetzung eines milchsäuren Salzes (Natrons), obgleich die Anwesenheit eines kohlen-säuren Alkalis schon früher darin sehr wahrscheinlich ist. In der Auflösung des Rückstandes brachte eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd einen weissen, in Salpetersäure unlöslichen, in Ammoniak löslichen Niederschlag hervor. Einige Tropfen Platinchloridlösung bewirkten einen unbedeutenden gelben Niederschlag, welcher sich am folgenden Tage vermehrt hatte. Chlorbaryum erzeugte einen starken Niederschlag, der durch Chlorwasserstoffsäure zum Theil gelöst ward, indem er bis auf eine bedeutende Trübung in der Flüssigkeit verschwand. In der abfiltrirten, ganz klaren Lösung brachte kaustisches Ammoniak sogleich wieder eine starke Trübung hervor.

Eine andere Partie der eingedampften Lymphe wurde mit Aether, dann mit Wasser, wie oben angeführt wurde, und endlich mit Alkohol ausgezogen. Der hiebei bleibende Rückstand gab in der äufseren Löthrohrflamme

eine stark dunkelgelbe Färbung. In der alkoholischen Flüssigkeit entstand durch Galläpfeltinktur ein gelbbraunlicher, flockiger Niederschlag von thierischer Extractivmasse (Osmazom). Die Rückstände der mit Alkohol, Aether und Wasser behandelten Masse, und der Rest der alkoholischen Solution, wurden zum Trocknen eingedampft, geglüht und zu Asche verbrannt; diese mit Wasser ausgezogen, welches einige wenige graue Flocken hinterließ; die, in einigen Tropfen Chlorwasserstoffsäure und Salpetersäure gelöst, mit einer Auflösung von Kaliumeisencyanür eine blaue Farbe erzeugten, welche sich auch sehr stark in der wässrigen Flüssigkeit zeigte. Oxalsaures Ammoniak bewirkte darin einen Niederschlag, welcher sich als oxalsaurer Kalk charakterisirte, und in dem Rückstande der filtrirten, abgedampften Flüssigkeit wurde durch das Löthrohr die Anwesenheit des Kalis und Natrons dargethan.

Nach diesen Versuchen, welche, bei den geringen Mitteln, die uns zu Gebote standen, leider nicht den Grad von Genauigkeit besitzen können, den wir ihnen zu geben wünschten, besteht die menschliche Lymphe aus folgenden Bestandtheilen:

Wasser	96,926	
Faserstoff	0,520	
Eiweifs	0,434	
Osmazom (und Verlust)	0,312	
Fettes Oel	}	0,264
Krystallinisches Fett		
Chlornatrium	}	1,544
Chlorkalium		
Kohlensaures und milchsaures Alkali		
Schwefelsaure Kalkerde		
Phosphorsaure Kalkerde und Eisenoxyd		
		100,000.

Hr. Professor Bergemann in Bonn hat sich ebenfalls mit der Untersuchung über die chemische Zusammensetzung der menschlichen Lymphe beschäftigt und dazu jene benutzt, welche Hr. Prof. Joh. Müller untersuchte. Seine Resultate, die er in Tiedemann's und Treviranus's (Zeitschrift für Physiologie ¹⁾) mitgetheilthat, sind folgende:

Er fand Faserstoff, Eiweiß, viel Chlornatrium, wenig kohlensaures Natron und eine Spur von phosphorsau-rem Kalk.

L. Gmelin, welcher eine Analyse mit der Lymphe angestellt hat, die er in A. Müller's *Dissertatio experientia circa chylum sistens*. Heidelberg. 1819, mittheilt, fand:

Wasser	96,10
Eiweiß	2,75
Faserstoff mit etwas Blut	0,25
Natron muriat.	}
- carbonic.	
- phosphor.	
Speichelstoffähnlicher Körper	0,21
Osmazom	}
Natron muriat. mit organ. Säuren	
	0,69
	<hr/> 100,00.

Lassaigne hat in Gemeinschaft mit Leuret die Lymphe vom Pferde untersucht, die sie aus den Saugaderstämmen am Halse gesammelt haben. Sie fanden ²⁾:

Wasser	92,500
Faserstoff	0,330
Eiweiß	5,736
Chlornatrium	}
Chlorkalium	
Natron (kohlensaures? Md.)	
Phosphorsaurer Kalk	
	1,434
	<hr/> 100,000.

1) *Journal de chim. med.* T. I p. 150 und *Recherches physiologi-*

Der Eiweißgehalt ist hier ohne Zweifel viel zu hoch angegeben, da ihm alle thierischen Bestandtheile, bis auf den Faserstoff beigezählt sind.

Chevreul hat ebenfalls die Lymphe vom Pferde analysirt; er fand ¹⁾):

Wasser	92,64	
Faserstoff	0,42	
Eiweiß	6,10	
Kochsalz	0,61	
Kohlensaures Natron	0,18	
Phosphorsauren Kalk	}	0,05
Kohlensauren Kalk		
		<hr/> 100,00.

Brande, welcher gleichfalls die Lymphe untersucht hat, giebt eine sehr ungenügende Zusammensetzung an, indem er nicht einmal des Faserstoffs erwähnt ²⁾). Reufs und Emmert ³⁾ erhielten aus 90 Grm. Serum 2 $\frac{1}{4}$ Grm. Rückstand, aus Eiweiß, Kochsalz und erdigen Bestandtheilen. Hünefeld fand phosphorsaures Natron, und Fourcroy ⁴⁾ endlich giebt an, im Serum Schwefel entdeckt zu haben.

Aus dem oben Angeführten erhellt, daß zwischen der chemischen Zusammensetzung der Lymphe und des Blutes eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit stattfindet. In beiden sehen wir fast dieselben Salze auftreten, in beiden Eiweiß, Faserstoff, Osmazom, und selbst ein vielleicht sehr ähnliches Fett. Der Eiweißgehalt im

ques et chimiques pour servir à l'histoire de la digestion. Paris 1825. p. 161.

1) Magendie, *Précis elementaire de physiologie, deuxième Ed. 6. II, p. 192.*

2) *Ann. de chim. XCIV p. 43.*

3) Scheerer's Allgem. Journal, Bd. X S. 691.

4) Fourcroy, *Système des connaissances chimiques, T. IX p. 165.*

Blute ist zwar bedeutend gröfser als bei der Lymphe, dafür erscheint hier eine viel gröfsere Menge Faserstoff, von dem wir indessen nicht mit Sicherheit entscheiden können, ob er mit dem des Blutes identisch ist. So fehlt natürlich denn auch in der Lymphe das Charakteristikon des Blutes, sein Färbestoff. Indessen können wir nicht leugnen, dafs die meisten der genannten Bestandtheile auch einen grofsen Theil der übrigen thierischen Flüssigkeiten bilden, wenn wir von den excernirten absehen. Eiweifs und Fett möchten wir wohl stets antreffen, wenn auch nicht den Faserstoff, wiewohl es leicht möglich ist, dafs derselbe öfter übersehen worden ist, wie man wohl aus den Beobachtungen über faserstoffhaltigen Urin schliessen könnte. Die Salze sind ebenfalls die, welche wir selten vermissen, da ja selbst das Eisen einen fast constanten Bestandtheil sämmtlicher Theile des thierischen Körpers auszumachen scheint. Henry fand es z. B. in einer hydropischen Flüssigkeit, wo es indessen der Eine von uns vergeblich aufgesucht hat, Marcet und Wurzer haben es oft angetroffen, wo man es nicht leicht vermuthet hätte.

Wenn sich uns die freilich sehr seltene Gelegenheit, reine frische Lymphe zu untersuchen, wieder darbieten sollte, so hoffen wir, wenigstens einige von den Lücken, welche unsere Untersuchung besitzt, ausfüllen zu können.

III. *Chemische Untersuchung des chinesischen und javanischen Thees; von G. J. Mulder.*

(Schluss von S. 180.)

3) *Chlorophyll und Wachs.* Die ätherische oder alkoholische Tinktur des Thees ist eine schön grüne Flüssigkeit, welche aber beim Hindurchsehen, besonders ge-

gen die Sonne, eine rothe Farbe hat. Die Farbe entsteht vom grünen Cerin, welches in jedem Blatte in grosser Menge gefunden wird. Bei den schwarzen Theeblättern ist dasselbe durch's Trocknen verändert. Ich glaubte diesen Punkt nicht übergehen zu dürfen, weil gesunde Blätter eine grössere Menge Cerin enthalten, als kränkliche. In älteren Blättern findet man auch mehr Cerin, als in den jüngeren saftreichen, so dass man selbst in dieser Hinsicht die Theesorten unter sich vergleichen kann. Durch das starke Rösten des schwarzen Thees wird eine kleine Quantität dieses Chlorophylls zersetzt, und dadurch die Farbe dunkler. Bei höherer Temperatur wird dasselbe zersetzt, so dass gleich weit ausgewachsene Blätter eine kleinere oder grössere Quantität desselben enthalten können, je nachdem sie mehr oder weniger stark geröstet wurden. (Siehe die S. 169 mitgetheilte Analyse.

Wir unterscheiden das Wachs vom Chlorophyll. Das erhaltene Wachs war beinahe weiss, und hatte sich aus dem Aether beim Erkalten niedergeschlagen, während das Chlorophyll in demselben aufgelöst blieb. Wie bekannt, ist die Synonymie dieser Substanzen bei den Chemikern noch sehr verworren. Wir verstehen unter Chlorophyll denselben Körper, den wir früher ausführlich beschrieben haben ¹⁾. Unser Wachs ist das bekannte Cerin. Auf die Eigenschaften des Thees haben diese beiden Körper keinen Einfluss. — Das Wasser nimmt davon wenig auf, weshalb auch die grünen Theeblätter nach der Infusion grün bleiben. Dass jedoch eine sehr kleine Quantität davon aufgenommen wird, ist bekannt.

4) *Harz*. Das nach unserer Analyse im Thee enthaltene Harz ist ohne Geruch und Geschmack, spröde, leicht zu pülvern und dunkelbraun, unauflöslich in Wasser, aber löslich in Alkohol und Aether. Auf Platin-

1) *Natuur-en Scheikundig Archief*, II, p. 1.

blech, über einer Weingeistlampe erwärmt, schmilzt es leicht, und verbrennt darauf mit großer Flamme und vielem Rauche, hinterläßt ein großes Volum Kohle, von der, wenn man sie verbrennt, etwas Asche zurückbleibt. In fetten und flüchtigen Oelen ist dasselbe löslich. Die kalte Auflösung in concentrirter Schwefelsäure giebt eine dunkle Flüssigkeit, aus der dasselbe, wenn die Säure durch Kali gesättigt wird, als braune Flocken gefällt wird. Wärme macht die Flüssigkeit schwarz, und treibt Schwefeligsäuregas aus. Durch Salpetersäure und Wärme wird dasselbe zersetzt, unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas. Durch Aetzkalilauge wird es in der gewöhnlichen Temperatur aufgelöst und giebt eine hell braunrothe Flüssigkeit. In Ammoniakflüssigkeit löst es sich, auch fällt jedoch beim Kochen der Flüssigkeit wieder daraus nieder.

Unser Körper gehört also zu der zweiten Klasse der Harze, von Unverdorben, oder zu denen, die mittelmäßig negativ elektrisch sind.

Ob mehr als ein Harz in demselben vorhanden sey, wie sich nach Unverdorben's schönen Untersuchungen vermuthen läßt, habe ich nicht untersucht. Ohne Zweifel findet sich jedoch das Harz, wovon ein englischer Chemiker spricht, nicht darin ¹⁾).

Auch ist dasselbe durch denselben Chemiker nicht genau beschrieben; denn ihm zufolge sollte dasselbe den Geruch des Thees in großem Maasse besitzen, während das unsrige keinen Geruch hat. Dieser Widerspruch läßt sich jedoch daraus erklären, daß das Theeöl, wenn es, auf einer großen Oberfläche vertheilt, mit der Luft in Berührung ist, durch Absorption des Sauerstoffs schnell ein Harz bildet, welches den Theegeruch lange behält. Dieses Harz findet sich demnach als solches im Thee nicht, während das unsrige wirklich darin vorhanden ist und aus dem ätherischen Aufgufs dargestellt werden kann.

1) Berzelius, *Traité de chimie*, T. VI p. 282.

Auf die Eigenschaften des Thees hat dasselbe wohl wenig Einfluss, da dasselbe keinen Geruch und Geschmack besitzt. Auch kann nur eine sehr geringe Menge in dem wässrigen Auszuge vorhanden seyn.

Es ist merkwürdig, dass die Congo-Sorten mehr Harz enthalten, als die Haysans (siehe S. 169); die Ursache davon liegt ohne Zweifel in dem stärkeren Dörren des schwarzen Thees, wobei etwas Oel verdampft, und ein anderer Theil in Harz verwandelt wurde. Vielleicht werden auch Chlorophyll und Wachs in eine Substanz umgewandelt, die mit dem Harze als solches ausgeschieden wird; die Resultate der Analyse machen dies wahrscheinlich. — Es ist bekannt, dass die ätherischen Oele in den Pflanzen Harze bilden, und vielleicht wird das Harz aus dem Theeöl während des Wachsthumes der Pflanze gebildet. Aeltere Blätter würden dann mehr Harz, jüngere mehr Oel enthalten müssen.

5) *Gerbstoff*. Dieser findet sich in allen Theesorten, weshalb sie alle einen zusammenziehenden Geschmack haben und im Munde erfrischend sind, besonders für diejenigen, welche eine belegte Zunge haben, deren Außenfläche durch das adstringirende Princip zusammenschrumpft, so dass die dünne Flüssigkeit bis zur Haut der Zunge durchdringen kann. Deshalb trinken Kranke so gern Thee.

Der Gerbstoff muss, wenn der Thee zu den besseren Sorten gehören soll, durch andere Substanzen eingehüllt seyn. Zusammenziehender herber Thee, welcher nicht eingehüllten Gerbstoff enthält, wird für schlecht gehalten.

Am besten wird dieser Gerbstoff durch den Extractivstoff, welchen Scheele *Seifenstoff* nannte, oder durch Gummi eingehüllt, weshalb diejenige Theesorte, welche bei einer ziemlich grossen Quantität Gerbstoff genug Gummi enthält, um die adstringirenden Eigenschaften des ersteren auf der Zunge zu mässigen, am ange-

nehmsten schmeckt. Ohne Zweifel hat die verschiedene Kultur hierauf großen Einfluß.

Dieses adstringirende Princip hat jedoch beim Gebrauche des Thees manchen Nutzen, und davon muß auch wohl das seltene Vorkommen der Blasensteine in den Niederlanden, seitdem hier der Thee allgemeiner im Gebrauche ist, abgeleitet werden. Die Harnwerkzeuge werden ohne Zweifel durch den Gerbstoff gestärkt, wie es bekanntlich auch durch den anderer Pflanzen, z. B. der Bärentraube (*Arbutus Uva Ursi*), geschieht. Deshalb vertragen auch die Theetrinker viel Opium, und Thee ist selbst ein Hilfsmittel bei Opiumvergiftungen, weil gerbsaures Morphin weniger löslich ist, als mekonsaures Morphin.

Die besten grünen Theesorten enthalten die größte Menge Gerbstoff, und werden deshalb von zarten Constitutionen weit weniger vertragen, als die schwarzen Sorten. Dessenungeachtet wird Thee für desto besser gehalten, je mehr Gerbstoff er enthält. Durch Fischleim kann man denselben absondern ¹). Eine derartige Untersuchung von Theesorten, nach ihrem Preise in abnehmender Reihe geordnet, wurde so angestellt, daß in 100 Theilen Thee ein Niederschlag von Gerbstoff und Fischleim gemacht wurde ²).

	Grüner Thee.	Schwarzer Thee.
1)	31	28
2)	29	28
3)	26	28
4)	25	24
5)	24	23.

Hieraus geht hervor, daß der schlechte Thee die

1) Obwohl sich weiter unten ergeben wird, daß diese Methode, den Gerbstoff auszuschcheiden, nicht ganz genügend ist, so kann man doch die Resultate unter sich vergleichen.

2) Brande in *Annal. of Philosoph.* T. III p. 152.

kleinste Quantität Gerbstoff enthält, so daß auch dadurch unsere oben ausgesprochene Meinung bestätigt wird, daß die Güte des Thees von den dem Gerbstoff beigemengten Substanzen abhängt, worunter das Gummi den ersten Platz einnimmt.

Der Thee-Gerbstoff, welcher, außer einer kleinen Quantität Thein, wie dies bei der Analyse bemerkt ist, rein war, hat folgende Eigenschaften:

Er färbt Eisen blau, wie der Galläpfel ¹⁾. Bei der Analyse wird er braun; sonst ist er weiß. Wenn man das ätherische Thee-Extract mit kochendem Wasser übergießt, vor dem Einfluß der atmosphärischen Luft geschützt an einem trocknen Ort schnell filtrirt und die erhaltene Flüssigkeit unter der Luftpumpe abdampft, so erhält man ziemlich reinen Theegerbstoff. — Derselbe ist spröde, von zusammenziehendem Geschmack und ohne Geruch. In Wasser ist er löslich, wird jedoch beim Abdampfen der Flüssigkeit braun und in Gerbstoff-Apothem verändert. Beim Erkalten scheidet er sich aus der wässrigen Auflösung schnell als ein weißes Pulver ab, welches sich zum Theil als eine harzartige Kruste auf den Boden festsetzt, jedoch durch heißes Wasser wieder aufgelöst werden kann. In Alkohol und Aether ist er leicht löslich. — An der Luft wird er nicht feucht. 1 Decigramm., auf Platinblech erhitzt, glüht mit heller Flamme, läßt erst Kohle und dann 0,0015 Grm. Asche zurück. In 100 Theilen Theegerbstoff sind also 1,5 Asche. In wiefern dieselbe dazu gehöre, habe ich früher nachgewiesen. — Durch Gallerte wird er gefällt; durch Eisenchlorid schwarz, durch eine verdünnte Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd gelb, eine concentrirte grünlich, durch Zinnchlorid gelb.

6) *Gummi*. Ohne das Gummi würde der Thee nicht angenehmer schmecken, als eine Abkochung von Eichen-

1) Nach Frank färbt der Theegerbstoff Eisen grün. (Berl. Jahrb. 1798. S. 164.)

rinde oder Bärentraubenblätter. Ihm verdanken die guten Theesorten ihren angenehmen Geschmack. Enthält eine Theesorte mehr Gerbstoff und weniger Gummi, so wird jener durch Wasser leicht ausgezogen, und der erste Aufguss ist dann sehr adstringirend, während der zweite schon weit weniger davon enthält. Wenn aber zugleich viel Gummi im Thee enthalten ist, wird der Gerbstoff nicht so schnell ausgezogen, weil das Wasser mit Gummi geschwängert ist; dann enthält der zweite und dritte Aufguss noch Gummi und Gerbstoff, und man sagt, daß *der Thee Wasser halte*. Deshalb wird es bei mittelmäßigen Theesorten zweckmäßig seyn, nicht, wie Davy angab, alles Wasser zugleich auf die Blätter zu gießen, sondern zu wiederholten Malen.

Wenn man also von gutem Thee schnell den ersten Aufguss abgießt, so erhält man hauptsächlich das flüchtige Theeöl im Wasser aufgelöst; der zweite Aufguss wird dann den Gerbstoff und das Gummi enthalten. Läßt man aber das Ganze einige Minuten zusammen stehen, so erhält man eine zweckmäßige Verbindung dieser drei Substanzen oder guten Theeaufguss. Durch Zucker und Milch hüllt man den Gerbstoff noch mehr ein.

Das Theegummi ist hellgelb, pulverisirbar, in Wasser leicht löslich; es bildet damit eine schleimige Auflösung. In Alkohol und Aether nicht löslich. Mit Aetzkalilauge übergossen, bildet es erst eine consistente Masse, wird aber nachher aufgelöst. Mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt, wird es schwarz und giebt schweflige Säure. Mit Salpetersäure erhitzt, giebt es Stickstoffoxydgas, und beim Erkalten Schleimsäure. Mit Salzsäure erhitzt, wird die Flüssigkeit braun, und setzt eine schwarze Substanz ab. — Jod hat keine Wirkung auf die wässrige Auflösung. — Es wird aus derselben durch Bleiessig und salpetersaures Quecksilberoxydul gefällt. Mit Borax bildet es kein Coagulum, mit schwefelsaurem Ei-

senoxydul jedoch ein gelbbraunes, welches durch verdünnte Schwefel- oder Salpetersäure aufgelöst wird. Diese Letztere ist eine Eigenschaft des arabischen Gummi. Durch Alkohol wird es aus einer wässrigen Auflösung völlig niedergeschlagen; durch Galläpfelaufguss hingegen nicht, wie aus dem Gerbstoffgehalt des Thees einleuchtet.

Das Theegummi stimmt also mit dem arabischen Gummi überein, jedoch nicht in allen seinen Eigenschaften. Vom Kirsch- und Pflaumengummi, und anderen Gummi- und Pflanzenschleimsorten weicht es sehr ab.

1 Decigram. desselben verbrannt, giebt eine kleine Flamme und geht schnell in Asche über, welche 0,015 Grm. wiegt. Also findet sich 15 Proc. Asche in diesem Gummi.

Hieraus geht genugsam hervor, dass ein oder einige Salze damit vermengt sind, und dass eins der im Thee vorhandenen Salze zu dem Gummi durch uns gerechnet ist. Ein eigenes Salz, mit Pflanzensäure verbunden, ist es jedoch nicht.

7) *Extractivstoff*. Aus jedem Pflanzenkörper wird durch warmes Wasser beim Zutritt der Luft ein Körper ausgezogen, welcher sich endlich dunkel färbt, wenn die erwähnten Potenzen fortwährend auf ihn wirken. Auch aus dem Thee kann man ihn auf diese Weise gewinnen. Derselbe ist jedoch im Thee nicht als eine dunkel gefärbte Substanz vorhanden, sondern wird während der Analyse aus anderen Stoffen hierin verwandelt. Wie das Gummi, trägt auch dieser Körper dazu bei, den Thee durch Einhüllung des Gerbstoffs zu verbessern.

Hiermit muss man jedoch nicht den schwarzen Farbstoff des schwarzen Thees, welches im grünen fehlt, verwechseln; denn dieser entsteht durch höheren Wärmegrad, dem der Thee ausgesetzt war. Mit der dunkeln Farbe des Thees stehen also auch andere Eigenschaften in Verbindung, welche ich mir auf diese Weise erkläre: Durch das starke Dörren des schwarzen Thees werden

erstens die Substanzen gebildet, welche beim Infundiren des Thees mit Wasser eine braune Farbe geben. Dieser braune Stoff ist *Apothem*, und derjenige, woraus dieses gebildet wird, *Extractivstoff*. Dieser ist also im schwarzen Thee in Apothem verwandelt, im grünen nicht. Deshalb ist der Aufguss des grünen Thees farblos. Kocht man jedoch denselben wiederholte Male in Wasser, und läßt das Decoct über Feuer etwas eindampfen, so wird dasselbe ebenfalls braun, wie beim schwarzen Thee, weil sich dann auch Apothem aus dem Extractivstoff bildet, welcher in den frischen, nicht zubereiteten Theeblättern schon vorhanden ist. Hieraus also und aus der vorhergehenden Analyse folgt, was früher so oft bestritten ist, daß aus derselben Pflanze grüner und schwarzer Thee kann bereitet werden.

Durch das stärkere Rösten wird nicht bloß der Extractivstoff, sondern auch der Gerbstoff in Apothem verändert, woraus man schon *a priori* schliessen kann, daß im schwarzen Thee weniger Gerbstoff als im grünen gefunden werden müsse, und daß das Apothem nicht ein Product der Analyse, sondern der Zubereitung sey. Diefes hat unsere Analyse auch bestätigt. Aus dem nämlichen Grunde schmeckt schwarzer Thee weniger zusammenziehend als grüner, woraus man jedoch noch nicht schliessen darf, daß der erstere immer den angenehmsten Geschmack haben müsse, weil dieser auch durch das Gummi bestimmt wird. Die Zerreiblichkeit des schwarzen Thees, und die Unmöglichkeit, durch Einweichen in Wasser aus hundert schwarzen Theeblättern einige unbeschädigte Blätter zu erhalten, hängen mit dieser chemischen Veränderung, welche durch das stärkere Dörren verursacht wird, nahe zusammen. Von grünen Theeblättern erhält man durch Einweichen in Wasser viele unversehrte.

Der Extractivstoff der Haysan- und der Congo-Sorten hat verschiedene Eigenschaften. Der der letzteren ist

ist dunkel und körnig, der von den ersteren weicher. Beim Verdampfen des Aethers schollen sie in mäßigen Wärmegraden zu einem grossen Volumen an, und liefsen einen spröden, glänzenden, hellbraunen Extractivstoff zurück. Derselbe war in Aether nicht, in starkem Alkohol schwerlöslich, im schwachen Alkohol und Wasser leichtlöslich. In Kali aufgelöst, bildete er eine braune Flüssigkeit. Die wässrige Lösung wurde durch Eisenchlorid etwas schwarz von einigem rückständigen Gerbstoff. Schwefelsäure fällte den Extractivstoff aus Wasser und aus der Kaliauflösung.

2 Decigrammen, auf Platinblech verbrannt, entzündeten sich mit bleicher Flamme und etwas Rauch. Die Kohle konnte nur schwierig eingeäschert werden; an Asche blieben zurück 0,009 Grm., also 4,5 Procent.

Dieser Extractivstoff ist luftbeständig. Derjenige aber, welcher durch Alkohol aus dem Theegummi gezogen wird, wird an der Luft flüssig, was vielleicht von irgend einem zerfließlichen Salze abhängt, welches jedoch wegen der geringen Quantität dieser Extrakte nicht untersucht werden konnte.

8) *Apothem*. Das Apothem der Congos wird in Wasser nicht, in Alkohol nur theilweise aufgelöst. Mit Aetzkalklauge bildet es, mit Hülfe der Wärme, eine braune Auflösung, aus der es durch verdünnte Schwefelsäure als braune Flocken gefällt wird, während die Flüssigkeit hell wird. Eisensalze werden durch dieses Apothem nicht schwarz, so daß sich also kein Gerbstoff mehr darin befindet. Wahrscheinlich ist dasselbe also aus dem Extractivstoff gebildet; denn in den Congo-Sorten ist dasselbe in geringerer Quantität vorhanden, als in den Haysans, wie dieses auch mit dem Gerbstoff der Fall ist (S. 169).

9) *Salzsaures Extract*. Um die im Wasser unlöslichen Salze auszuziehen, wurden die Theeblätter, welche mit Aether, Alkohol und Wasser ausgekocht wa-

ren, nochmals mit verdünnter Salzsäure ausgezogen. Es war jedoch vorauszusehen, daß darin auch noch andere Stoffe aufgenommen werden würden. Bei Beschreibung unserer Analyse habe ich die Quantität des auf diese Weise erhaltenen Extrakts angegehen; ohne Zweifel jedoch war es als solches in der Pflanze nicht vorhanden, sondern wurde aus anderen Stoffen während der Bereitung gebildet.

Es hat die folgenden Eigenschaften: Es reagirt sauer, und enthält freie Salzsäure, welche auf einem Wasserbade nicht ausgetrieben werden kann. Ist dunkelbraun und spröde. Aus der Luft zieht es Wasser an, wegen seines Salzsäuregehaltes. Erhitzt, entwickelt es Salzsäuredämpfe. Auf Platinblech erhitzt, wird es schwer verkohlt, giebt eine sehr harte Kohle, 2 Decigram. endlich 0,013 Grm., also 6,5 Procent Asche. — In Alkohol ist es nur theilweise löslich, und bildet eine braune Auflösung. Mit Wasser abgerieben, sinkt der größte Theil zu Boden; beim Filtriren läuft die Flüssigkeit beinahe farblos ab. In der Flüssigkeit bilden Eisenoxyd und Zinnchlorid keinen Niederschlag. Das Extrakt, wenn zur Sättigung der Säure Ammoniakflüssigkeit hinzugefügt worden ist, bildet eine braune Flüssigkeit, welche durch Bleiesig als braune Flocken gefällt wird. Mit verdünnter Schwefelsäure ausgekocht, wird es einigermassen aufgelöst; beim Filtriren läuft die Flüssigkeit hellbraun ab. Jedoch wird auch diese Flüssigkeit durch Eisen- und Zinnchlorid nicht gefällt. — Durch verdünnte Salpetersäure wird mehr aufgelöst; jedoch fallen die genannten Chloride auch diese Flüssigkeit nicht. Wenn jedoch diese Flüssigkeit mit Ammoniak gesättigt oder die freie Säure durch Wärme ausgetrieben wird, kann sie die Gallerte fällen.

Aus diesen letzteren und einigen anderen Eigenschaften geht hervor, daß dieses Extrakt aus etwas *künstlichen Gerbstoff* und größtentheils aus der kohlenarti-

gen Substanz besteht, welche immer in großer Menge bei Darstellung des künstlichen Gerbstoffs gebildet wird. Diese kohlenartige Substanz — oder vielmehr Apothem — womit sie im Aeußern mehr übereinstimmt, ist gebildet bei der Abdampfung der großen Quantität der salzsauren Flüssigkeit. Die salzsaure Abkochung war hell, durchsichtig und fällte Gallerte; während des Abdampfens jedoch wurde sie allmählig trübe. Der künstliche Gerbstoff ist dabei also in Apothem oder eine ähnliche Substanz umgewandelt.

Wenn man hiemit die Substanz vergleicht, welche Hattchet erhielt, indem er verschiedenartige Substanzen mit Schwefelsäure behandelte, und diejenigen, welche man erhält, wenn man vegetabilische Körper der Wirkung von Phosphor- und Salzsäure aussetzt, dann kann man nicht zweifeln, daß unser salzsaures Extrakt künstlicher Gerbstoff und daraus gebildetes Apothem ist.

Bemerkenswerth ist, daß Thee, welcher nicht mit Aether, Alkohol und Wasser ausgekocht ist, durch Salzsäure nicht auf die genannte Weise angegriffen wird. Mit eben so verdünnter Säure, als ich gebraucht hatte, um das erwähnte salzsaure Extrakt zu bereiten, erhielt ich von gewöhnlichem Thee ein hellbraunes Decoct. Es scheint also, daß die übrigen Bestandtheile des Thees ein Hinderniß zur Darstellung des künstlichen Gerbstoffs sind, entweder weil sie selbst durch die Salzsäure verändert werden, und also die Säure verhindern, auf andere Substanzen zu wirken, oder weil sie die Säure einhüllen, oder endlich, weil sie der chemischen Affinität im Wege stehen, welche die Salzsäure auf die ausgezogenen Blätter ausüben muß. — Es ist jedoch gewiß, daß sich das Skelett des Blattes nicht zersetzt hatte. Viele Blätter hatten nach der Ausziehung mit Salzsäure ihre Form behalten, obgleich sie sehr dünn geworden waren. Der Holzstoff (*le ligneux* der Franzosen) und der Eiweißstoff war, nach unserer Meinung, auch nicht

durch die Säure angegriffen, und ich glaube zu diesem Schlusse berechtigt zu seyn, als die Botaniker selbst zugeben, daß das *Lignin* durch Salzsäure ausgekocht werden müsse, um von den Salzen befreit zu werden. (De Candolle, *Physiol. végét. T. I p. 194.*)

10) *Pflanzeneiweißstoff* und *Holzfaser*. Der Eiweißstoff der Theeblätter kommt bei der Erklärung der Bereitung des Thees sehr in Betracht. In ihm ist wahrscheinlich das flüchtige Theeöl enthalten. Wenn man Theeblätter ohne Hülfe der Wärme trocknet, so bleibt das flüchtige Oel fast ganz in denselben, und wenn man sie nun mit heißem Wasser übergießt, so wird sich der Eiweißstoff zusammenziehen und das Oel vom Wasser aufgenommen werden, sich jedoch in dieser hohen Temperatur verflüchtigen und Geruch verbreiten.

Wenn frische Theeblätter bei gelinder Wärme getrocknet werden, so bleibt viel ätherisches Oel mit dem Eiweißstoff verbunden; die trocknen Blätter haben einigen Geruch und geben ein wohlriechendes Infusum. Diefs ist der Fall beim grünen Thee. Wenn aber die Blätter bei höherem Wärmegrade stark getrocknet werden, so coagulirt der Eiweißstoff, und es geht während und nach dem Trocknen viel flüchtiges Oel verloren, weshalb denn der Aufguss weit weniger wohlriechend ist. Diefs findet beim schwarzen Thee statt. Bei unserer Analyse desselben erhielten wir auch eine geringere Quantität Oel (S. 169). Aus dem nämlichen Grunde konnte auch Hr. Fr. Nees von Esenbeck aus den im Pflanzengarten zu Bonn gewachsenen Theeblättern erst nach vorhergegangnem Rösten ein gutes Thee-Infusum bereiten¹⁾. Daraus erhellt die hohe Wichtigkeit des sorgfältigen Trocknens der Blätter. Auch wird hiedurch erklärt, weshalb das zweite und dritte Infusum von grünem Thee wohlriechender sind als vom schwar-

1) Literaturberichte zur allg. botan. Zeitung, 1834, No. 9.

zen Thee, dessen erster Aufguss fast alle die flüchtigen Theile enthält, während die folgenden mehr extractivstoffhaltig sind.

Mit den Namen *Eiweissstoff* und *Pflanzenfaser* haben wir die Körper belegt, welche nach der Ausziehung des Thees mit Aether, Alkohol, Wasser und verdünnte Salzsäure zurückblieben; und hievon haben wir denjenigen *Eiweissstoff* genannt, welcher durch verdünnte Kali-Auflösung aus dem Skelett der Blätter gezogen wurde.

Die näheren Eigenschaften des Eiweissstoffes konnten wir nicht untersuchen. Derselbe wurde durch Abdampfung der Kaliauflösung und durch Hinzuthun einer Säure bis zur Sättigung als Flocken gefällt. Blofs dieser Eigenschaft wegen wurde der Körper, dessen nähere Untersuchung wir empfehlen, mit dem Namen Eiweissstoff belegt. Bei dem allgemeinen Vorkommen des Eiweissstoffes in Blättern, dürfen wir denselben auch mit Recht hier erwarten.

Holzstoff nennen wir den Körper, welcher nach der Ausziehung des Eiweissstoffes durch Kali zurückbleibt. Jedoch ist es nicht erwiesen, in wiefern dieser nun Holzfaser sey. Man verwechselt, sagt Decandolle (*Physiol. végét. I, p. 196*), die Häute, welche die Zellen und Gefäße bilden, mit der eigentlichen Holzfaser, von welchen Dutrochet jedoch glaubt, dafs sie blofs durch beigemengte Stoffe unterschieden seyen. — Dieser Fragepunkt kann jedoch im Vorbeigehen nicht beantwortet werden.

Zufolge unserer Analyse enthalten die Congo's mehr Holzstoff als die Haysan's, woraus auf's Neue die verschiedene Bereitungsweise dieser beiden Theesorten bestätigt wird. Die Congo's enthalten aber, neben dem Pflanzenskelett, Kohle, durchaus zersetzte Pflanzentheile, und geben deshalb einen schwarzen Rückstand von Holzstoff, während dieser bei den Haysan-Arten hellgelb war und die Gestalt des Theeblattes besafs.

Der Holzstoff des Java-Haysan verbrannt, gab eine

lichte Flamme und 2 Procent Asche. Von der größeren Quantität des Holzstoffes, welche der Congo gab, hätte eigentlich die Quantität Kohle abgezogen werden müssen; da man sie jedoch nicht von einander trennen konnte, mußten wir dieselben zusammen berechnen.

11) *Salze*. Endlich finden sich in jedem vegetabilischen Körper einige Salze, welche den Säften während des Lebens angehörten. Sie haben öfters einigen Einfluß auf die Kräfte der Pflanze, beim Thee gewiß aber nicht. Diese Salze gaben Kali (S. 169). Vielleicht kann es befremden, das hier reines und nicht kohlen-saures Kali gefunden wurde. Jedoch zeigte die wäßrige Auflösung der Salze durch Säuren kein Aufbrausen, und es war also keine Kohlensäure vorhanden. Diefs läßt sich leicht erklären: es fand sich nämlich viel kohlen-saurer Kalk in den Salzen, welcher während des Glühens in Aetzkalk umgeändert wurde, und so beim Auskochen der Salze mit Wasser die Kohlensäure des kohlen-sauren Kalis anziehen mußte.

III. Ueber die Ursachen des Unterschiedes zwischen den verschiedenen Theesorten und dessen Einfluß auf die daraus bereiteten Aufgüsse.

Seit 1712 weiß man aus Kämpfer's *Amoenitates Exotic.*, daß die grüne Farbe des Thees nicht vom Kupfer herrührt, da derselbe in eisernen Gefäßen getrocknet wird. — Um uns jedoch hinsichtlich des Java-Thees hievon zu überzeugen, machten wir die früher erwähnten Versuche. Auch wird Kupfer nicht so gar leicht durch Thee aufgenommen. Ich röstete grünen Java-Thee eine Stunde lang auf einer Kupferplatte über gutem Kohlenfeuer, und machte auf diese Weise schwarzen Thee; bei Untersuchung desselben konnte ich aber kein Kupfer finden ¹⁾).

1) Daß dieses jedoch zuweilen im Thee gefunden wird, erhellt aus Buchner's Repertor. Bd. VIII S. 212.

Der Unterschied zwischen den verschiedenen Theesorten hängt zuerst ab von der verschiedenen Zeit, in welcher man die Blätter pflückt. In China geschieht es nach Zwischenräumen von drei Monaten; erst pflückt man die kaum entwickelten Blättchen, dann die halb ausgewachsenen, endlich die ganz vollständigen; die unteren Blätter des Strauches werden für sich aufbewahrt. Zuweilen pflückt man alle Blätter zugleich, und erhält dann eine mittelmäßige Sorte. — Die gepflückten Blätter müssen noch denselben Tag getrocknet werden, weil sie sonst schwarz werden; doch auch diesen verkauft man, oder vermengt ihn mit den anderen Sorten.

Die verschiedene Trocknungsweise der Blätter bedingt aber den Hauptunterschied zwischen Thee. Zuweilen taucht man die Blätter erst eine halbe Minute in heißes Wasser; danach werden sie in eiserne Gefäße gethan, geröstet, auf eisernen Platten getrocknet, und dabei mit der Hand gerollt. Geschieht dieses Trocknen bei mäßiger Wärme, so erhält man *grünen Thee*; bei größerer Hitze und stärkerem Dörren *schwarzen Thee*. Gute Sorten werden abwechselnd getrocknet; man läßt sie erkalten, und rollt sie gleichzeitig zusammen; nachher erhitzt man sie wieder, welches man bei den besseren Sorten 4 bis 5 Mal wiederholt, wobei die Gefäße stets gereinigt werden, damit durch die anklebenden Säfte des Thees die Blätter ihre Farbe nicht verlieren. Auch das Rollen bewirkt einen Unterschied zwischen den Theesorten.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich nun leicht, in wiefern auch die Infusionen der verschiedenen Sorten verschieden seyn müssen. Die des schwarzen Thees sind weniger gerbstoffhaltig, weil diese Substanz durch die Hitze zersetzt ward. Auch das Gummi ist hier in geringer Quantität (doch nicht in demselben Verhältniß als der Gerbstoff) vorhanden. Hinsichtlich der Eigenschaft,

den Gerbstoff einzuhüllen, ist die Quantität des Gummi im schwarzen Thee gröfser.

Wenn das Harz einigen Einflufs auf die Kräfte des Thees ausübt, so mufs der schwarze wirksamer seyn als der grüne, da in jenem durch das Rösten aus dem Theeöl Harz gebildet wird. Chlorophyll und Extractivstoff finden sich im schwarzen Thee in geringerer Menge, da ein Theil derselben im Apothem ungeändert ist. — Auch kann die poröse kohlenartige Structur des schwarzen Thees einige Substanzen so stark anziehen, dafs sie nicht in die Infusion übergehen können.

Eine genaue Analyse der übrigen Theearten habe ich nicht unternommen, jedoch von den vorzüglichsten Sorten bestimmt, wie viel sie beim Kochen in Wasser verlieren. Alle wurden vier Mal mit gleichen Mengen Wassers ausgekocht, ohne jedoch alle löslichen Theile verloren zu haben. Durch diese Methode wird wenigstens einigermaßen der Gehalt an Gummi, Gerbstoff und Extractivstoff bestimmt. Ich habe dabei die gewöhnlichen Handelspreise angeführt; jedoch von den Javasorten noch nicht, da diese noch nicht bestimmt sind. Der Javathee ist derjenige, welcher 1835 zu Amsterdam verkauft wurde.

Schwarzer Thee.

In Wasser löslich in 100 Theilen Thee von:

Namen.	C h i n a.		J a v a.	
	Gewöhnlich im Handel, das alte Pfund zu:	Preis der unter- suchten Sorten.	Extrakt.	Extrakt.
Congo . . .	108 à 135 Cent.	140 Cent.	36,7	33,9
Pecco . . .	175 à 350	350	34,5	38,0
Souchon . .	108 à 220	175	34,0	41,1
Kampoe . .	108 à 180	120	32,5	36,9
Bohee . . .	90 à 100	95	29,5	37,1
Caper-Congo	75 à 90	100	29,0	

Grüner Thee.

In Wasser löslich in 100 Theilen Thee von:

Namen.	C h i n a.		J a v a.	
	Gewöhnlich im Handel, das alte Pfund zu :	Preis der unter- suchten Sorten.	Extrakt.	Extrakt.
Haysan . . .	200 à 210 Cent.	225 Cent.	44,4	37,2
Uxim . . .	160 à 185	160	41,6	45,7
Joopsjes . . .	215 à 260	380	40,8	37,4
Schin . . .	120 à 130	135	37,6	34,8
Tonkay . .	125 à 160	140	36,5	34,0
Songlo . . .	120 à 135	140	35,3	

IV. Vergleichung des chinesischen mit dem javanischen Thee.

Ogleich der Kaffeestrauch, welcher von Mokka allmählig nach Java, Isle Bourbon, Madagascar, Westindien und Südamerika verpflanzt worden ist, die Kartoffel, der Tabak und verschiedene andere Pflanzen schon aufser Zweifel gesetzt haben, dafs solche Versetzungen aus der Heimath in andere Gegenden häufig ohne Nachtheile vorgenommen werden können, so bleibt doch das Beispiel, welches die Theestaude in neuerer Zeit hievon gegeben, wohl immer merkwürdig genug. Die Niederländische Regierung hat sie in grosser Menge, zugleich mit chinesischen Theebereitern und allen erforderlichen Apparaten, nicht ohne bedeutende Schwierigkeiten, aus China nach dem fruchtbaren Java herübergeschafft, und schon ist eine ziemlich grosse Menge dieses in Java bereiteten Thees in den Handel gekommen. Derselbe wurde von unpartheiischen Kennern für sehr gut und dem chinesischen nicht nachstehend erklärt. In wiefern unsere Analyse dieses auf den Geschmack gestützte Urtheil bestätigt hat, wollen wir hier kurz erwähnen:

1) Das flüchtige Oel des Javathees stimmt im Geruch und Farbe mit dem chinesischen überein; doch dürfen wir bei der bestehenden Schwierigkeit, die ätherischen Oele abzusondern, nicht mit völliger Gewissheit annehmen, dafs die Quantität in beiden Theesorten gleich sey.

2) Javathee enthält weit weniger Wasser als der chinesische. Ich glaube mit einigem Grunde annehmen zu dürfen, daß dies von der größeren Menge Gummi und der geringeren Menge in Salzsäure löslicher Substanzen, welche sich im Javathee findet, herrührt.

3) Die Quantität Gerbstoff war in den analogen Sorten des chinesischen und javanischen Thees ziemlich gleich.

4) Jedoch enthält der Javathee etwas mehr Gummi, wodurch derselbe einen weniger herben Geschmack erhält.

5) Es ist nicht bekannt, welche Kräfte das Thein besitzt, und daher kann man aus dessen Menge nicht auf die Güte einer Theesorte schließen. Gleiches gilt auch von den übrigen Bestandtheilen der Blätter.

6) Merkwürdig ist der Unterschied, welcher zwischen den Salzen stattfindet, und wiewohl daraus fast keine Verschiedenheit in den Eigenschaften des China- und Java-Thees entstehen kann, so ist es doch wichtig, einen solchen, aus der Verschiedenheit des Bodens entspringenden Unterschied zu kennen. Da es nicht unmöglich war, daß ein örtlicher Unterschied des Bodens die Verschiedenheit der Salze in den von uns analysirten Theesorten bedingt habe, so untersuchte ich noch andere chinesische und javanische Theesorten, zwei schwarze, Souchon und Bohee, und zwei grüne, Schin und Tonkay, und ich erhielt die nämliche Asche als früher.

Ohne diesen Unterschied in dem Salze könnte man also den chinesischen und javanischen Thee mit einander verwechseln, und bloß durch die Untersuchung des Gummigehaltes einige Differenzen auffinden. Die Asche giebt den bestimmtesten Unterschied.

Da mehr Eisenoxyd in der Asche des Javathees gefunden wird, so muß hievon auch eine größere Menge in dem Infusum vorhanden seyn, weshalb denn auch dieses, wegen der größeren Quantität von gerbsaurem Eisen, etwas dunkler gefärbt ist. Auch ist zu erwähnen,

dafs sich keine Substanz in dem einen Thee gefunden hat, die nicht auch in dem andern vorhanden gewesen wäre; es ist merkwürdig, dafs dieselbe Pflanze, unter so verschiedenen Umständen, sich so ganz gleich bleibt.

Rotterdam, Juni 1836.

IV. *Ueber das Sulphosinapisin des weissen Senfs, und über das Sinapisin, einem neuen krystallisirbaren Stoff des schwarzen Senfs; von Eduard Simon in Berlin.*

Der Senf ist schon oft ein Gegenstand der chemischen Untersuchung gewesen, man ist indessen noch gar nicht im Klaren über die Bestandtheile desselben. Die mannigfaltigen Widersprüche, die hierin herrschen, sind wohl darin zu suchen, dafs man schwarzen und weissen Senf, den Saamen von *Sinapis alba* und von *Sinapis nigra*, als gleich betrachtete, wozu der Umstand, dafs beide zu einem Genus gehören, und beide in *einiger* Beziehung ähnliche Schärfe enthalten, Veranlassung gegeben haben mag; doch sind die Verschiedenheiten beider Saamen sehr grofs; man hat nur nöthig sich von beiden Saamen eine Emulsion zu bereiten; so liefert der weisse Senf eine Milch, die selbst beim Erwärmen im *Geruch* ganz milde, aber im *Geschmack* scharf ist; die Emulsion vom schwarzen Senf ist dagegen sehr scharf riechend und schmeckend, reizt die Augen zum Thränen u. s. w. Diese Verschiedenheit rührt daher, dafs der weisse Senf bei der Destillation mit Wasser keine Spur von ätherischem Oel giebt, während schwarzer Senf eine bekanntlich grofse Menge davon liefert.

Beide Saamen haben aber wieder das mit einander gemein, dafs Alkohol von 94 Proc. Tr. ihnen die Schärfe

nimmt, wobei der schwarze Senf die Eigenschaft verliert, bei nachheriger Destillation mit Wasser ätherisches Senföl zu geben, gleich den bittern Mandeln, aus denen man auf diesem Wege das Amygdalin bereitet.

Wird weißer Senf, von dem es nicht nöthig ist, das darin enthaltene fette Oel durch Auspressen zu entfernen, weil dieß doch nicht vollständig geschehen kann, mehrere Male mit Spiritus von 94 Proc. ausgezogen, von der abgepressten; geklärten Tinktur der Alkohol im Wasserbade abdestillirt, und die extraktartige Substanz an einen kühlen Ort in einer offenen Schaafe hingestellt, so zeigen sich sehr bald Krystalle darin, die bei einer Temperatur unter 0° nach 6 bis 8 Tagen sich größtentheils ausgeschieden haben; bei höherem Wärmegrad geschieht dieß etwas später. Nachdem dieß eingetreten, gießt man das ganze Magma auf ein Seihetuch, läßt die Flüssigkeit, die aus fettem Oel, zuckerhaltigem Wasser und Weichharz besteht, abtröpfeln, und sammelt die auf dem Seihetuch gebliebenen Krystalle. Durch Waschen mit Aether befreit man sie vom anhängenden fetten Oel. Hierauf löst man sie in Alkohol, entfärbt sie mit ein wenig Thierkohle, filtrirt und krystallisirt, und erhält auf diese Weise sehr leicht das schon früher beschriebene *Sulphosinapisin*, dessen Eigenschaften durch Boudron-Chalard, Garot, Henry d. J. und Winkler im *Journ. de Pharmacie*, 1830, *Janv. p.* 1 bis 16, und an anderen Orten beschrieben sind. Es ist löslich in Alkohol, unlöslich in Aether, enthält Schwefel, ist ein vorzügliches Reagenz auf Alkalien, deren Auflösungen von ihnen gelb gefärbt werden, wie Winkler schon bemerkt hat.

Schwarzer Senf liefert dagegen ganz andere Resultate, und die Bereitung des krystallinischen Stoffes, für den ich den Namen *Sinapisin* vorschlage, bietet viel größere Schwierigkeiten dar.

Der gemahlene schwarze Senf wird auch ohne vorher-

rige Abpressung des fetten Oeles so oft mit Alkohol von 94 Proc. Tr. ausgezogen, bis der Rückstand auf der Zunge keinen scharfen Geschmack mehr zu erkennen giebt. Von den abgepressten Tinkturen destillirt man den Spiritus im Wasserbade zum größten Theil ab; aus der rückbleibenden spirituösen Lösung erhält man aber so leicht keine Krystalle, man muß dieselbe vielmehr mit einer 4- bis 5 fachen Menge Aether schütteln, den gefärbten Aether abgießen und dieß Schütteln mit neuem Aether so oft wiederholen, wie dieser davon etwas aufnimmt, was wenigstens fünf Mal wiederholt werden muß. Von der ätherischen Lösung destillirt man den Aether im Wasserbade gänzlich ab, behandelt das erhaltene Extrakt wiederum mit kleineren Mengen Aether, wodurch man unlösliche Stoffe, als: Zucker, fettes Oel und Weichharz wegschafft, und wiederholt dieses Auflösen des Extrakts in Aether so oft, bis das Präparat sich sowohl in kleineren wie in größeren Mengen Aether *klar* und ohne Rückstand löst.

Hierauf löst man das auf diese Weise von vielen, die Krystallisation hindernden Beimischungen befreite Extrakt in kaltem Alkohol von 90 Proc., wobei sich noch dunkel gefärbte Stoffe, besonders fettes Oel abscheiden, entfärbt mit Knochenkohle, und setzt die filtrirte Flüssigkeit in einer offenen Schaaale der Luft aus. Ein kleiner Theil des darin enthaltenen Sinapisins zeigt sich bald in fischschuppenähnlichen, glänzenden Krystallen auf der Oberfläche der Flüssigkeit, und muß durch ein Filtrum von dieser getrennt werden; der größere Theil krystallisirt aber nicht heraus, sondern muß dadurch, daß man den Alkohol an der Luft verdampfen läßt, den Rückstand in neuem Alkohol löst, die Auflösung vom Unge lösten (das vorzüglich aus fettem Oel besteht) trennt, durch freiwilliges Verdampfen erhalten werden. Diese letzte Operation wiederholt man so lange, bis man das ganze Extrakt erschöpft hat.

Ist dieß endlich geschehen, so löst man sämtliche Krystalle erst in Aether, filtrirt die Lösung, wobei immer extractive Theile und fettes Oel zurückbleiben, läßt den Aether verdampfen, und krystallisirt die erhaltene Masse zuletzt aus einer spirituösen Auflösung.

Die Krystalle sind im reinsten Zustande blendend weiß, haben ein fischschuppenähnliches Ansehen, wie essigsaures Silberoxyd oder essigsaures Quecksilberoxydul, lösen sich in fetten und ätherischen Oelen, krystallisiren aus letzteren, namentlich aus der Auflösung in Terpenthinöl, sind ziemlich leichtlöslich in Alkohol, sehr leichtlöslich in Aether, woraus sie durch freiwilliges Verdampfen desselben vorzüglich leicht und schön krystallisiren, enthalten keinen Schwefel, denn mit Königswasser behandelt, giebt die Auflösung durch Baryt keine Schwefelsäure zu erkennen, sind unlöslich in Säuren, unlöslich in Alkalien, deren Auflösungen davon nicht gelb gefärbt werden, sind sublimirbar, und liefern, wenn 1 Theil mit 6 Theilen Emulsin aus schwarzem Senf mit Wasser in einem Gläschen vermischt werden, ätherisches Senföl, welches bei jedesmaliger Erwärmung höchst deutlich am Geruch zu erkennen ist.

Ich glaube deshalb nicht zu voreilig zu seyn, wenn ich behaupte: das Sinapisin verhalte sich zum schwarzen Senf wie das Amygdalin sich zur bittern Mandel verhält.

Sobald mein Vorrath dieser Substanz, der bis jetzt noch sehr gering ist, es erlaubt, werde ich das, was zur Vervollständigung dieser flüchtigen Bemerkungen gehört, als: Elementaranalyse, sein Verhalten gegen andere Emulsine u. s. w., nachliefern; vielleicht gelingt es mir auch, bei noch öfterer Wiederholung einen minder kostspieligen und weniger mühsamen Weg zur Bereitung desselben aufzufinden, denn ich muß bekennen, daß die Menge des erhaltenen Sinapisins gegen die des angewandten Senfes (55 Pfund gaben mir nur etwa 80 Gran) sehr gering ist, und erlaube ich mir nur noch zu bemerken, daß

man das Auspressen des fetten Oeles unterlassen kann, indem man doch nur etwa $\frac{2}{3}$ des Oelgehaltes auf kaltem Wege auspressen kann, und das rückbleibende Drittel gerade dieselben Schwierigkeiten wie das Ganze macht; hierin liegt auch der Grund, warum ich, als ich etwa 15 Pfund Senf mit Aether behandelte, gar kein Sinapisin abscheiden konnte, es hatte sich dasselbe zu innig mit dem fetten Oele verbunden.

Wo übrigens der Schwefel des Senfs bleibt, vermag ich noch nicht zu bestimmen; ich glaube, dafs er vom Spiritus gar nicht aufgenommen wird, und also im Rückstand bleibt; auch hierauf werde ich meine Aufmerksamkeit bei Wiederholung der Arbeit richten.

V. *Vermischte Notizen physikalisch-chemischen Inhalts; von Dr. Rudolph Böttger in Frankfurt am Main.*

- 1) Wodurch läfst sich nachweisen, dafs das beim Aneinanderschlagen zweier Feuersteine entstehende Licht elektrischer Natur ist?

Wir wissen, und es ist leicht erklärlich, dafs vermittelt eines gewaltsamen, heftigen Zusammenschlagens harter, die Wärme schlecht leitender gleichartiger Körper, unter gewissen Umständen, einzelne abgerissene Theilchen plötzlich *erglühen* können. Dafs aber das Licht, welches bei ganz *schwachem* Reiben, zum Beispiel zweier Quarzstücke, selbst unter luftfreiem *Wasser*, oder beim Zerschneiden des krystallisirten Zuckers, oder beim Anschneiden der Krystalle der in Chlorwasserstoffsäure aufgelösten und langsam erkaltenden glasartigen arsenigen Säure entsteht, nicht die Folge von einem *Glühendwerden abgerissener Partikelchen* seyn könne, ist

klar, und dürfte wohl von Niemand bezweifelt werden. Größtentheils nimmt man an, daß das durch mechanische Einwirkungen erzeugte Licht, welches sowohl beim heftigen und plötzlichen *Annähern*, wie beim schnellen *Trennen* der Körpertheilchen eines und desselben Körpers auftritt, so wie die beim plötzlichen Krystallisiren gewisser Salze und Säuren nicht selten wahrgenommenen Lichterscheinungen, *elektrischen* Ursprungs seyen; Keinem war es aber, meines Wissens, bisher vergönnt, diese Annahme durch das Experiment wirklich zu beweisen. Geschieht nun die Beweisführung auch meinerseits nicht gerade unter Mithülfe des Bennet'schen Elektroskops oder des Schweigger'schen Multiplators, so glaube ich doch bei vergleichenden Versuchen, die ich in Bezug auf die *Bewegungsschnelligkeit* des planetarischen und elektrischen Lichtes anzustellen in meinen Vorlesungen Gelegenheit nahm, ein einfaches Mittel aufgefunden zu haben, mittelst dessen sich Lichterscheinungen, wie die sind, welche beim Aneinanderschlagen zweier Kiesel entstehen, leicht beurtheilen lassen, ob sie nämlich Folge einer *Verbrennung* oder *chemischen Verbindung*, oder rein *elektrischen* Ursprungs sind.

Die Dauerlosigkeit des Lichts einer Elektricität von großer Intensität liefert bekanntlich, nach Wheatstone's Erfahrungen ¹⁾, ein Mittel, um Erscheinungen, welche sich innerhalb eines Augenblicks ihrer continuirlichen Action schnell verändern, beobachten, und Versuche über die Bewegungen gewisser Körper, wenn ihre successiven Lagen einander zu rasch folgen, um unter den gewöhnlichen Umständen gesehen zu werden, anstellen zu können. Setzt man z. B. den Busolt'schen Kreisel ²⁾ auf einer glatten Unterlage (z. B. auf einer

1) Diese Annalen, Bd. XXXIV S. 464.

2) Ebend. Bd. XXXII S. 656.

kleinen achatenen oder gläsernen Reibschale) in Bewegung und belastet seine perpendicular stehende Axe mit einer dünnen, in ihrem Mittelpunkte mit einer Oeffnung versehenen und mit den bekannten 7 Regenbogenfarben bemalten *Pappscheibe*, so folgen, wenn die einzelnen Farben derselben genau nach dem von Newton angegebenen Verhältnisse aufgetragen sind, diese so schnell auf einander, daß sie das Auge weder beim grellsten und noch so *plötzlich* einfallenden *Sonnenlichte*, noch beim *Tageslichte*, noch bei dem durch Einwirkung des *Knallgasflämmchen auf Kalk* erzeugten, von einander zu unterscheiden im Stande ist, vielmehr erscheinen sie demselben als *Eine* mehr oder minder *weiße* oder *grauweiße* Farbe, je nachdem die einzelnen Farben mehr oder weniger rein und hell sind. Ganz dieselbe Erscheinung findet statt, wenn man den auf die eben beschriebene Weise vorgerichteten Kreisel in einem ganz verfinsterten Zimmer in Bewegung setzt und in seiner Nähe mittelst eines gewöhnlichen *Feuerstahls* einem Feuersteine Funken entlockt, also Stahlpartikelchen durch gewaltsamen Stofs oder durch Reibung zum Glühen bringt. Bringt man aber eine mit zwei Kugeln versehene, sich von selbst entladende, mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine in unmittelbarer Verbindung stehende Leidner Flasche (wie man solche zur Bestimmung der Schlagweite einer gewöhnlichen Batterie zu benutzen pflegt) in die Nähe des rotirenden Kreisels, so sieht man beim Ueberspringen des verstärkten elektrischen Funkens zwischen der Kugel des inneren Belegs und der des äußeren, also bei dem jedesmaligen Selbstentladen der Flasche, die rotirende Scheibe vollkommen erleuchtet, aber keinesweges die *Mischfarbe*, also weder *weiß* noch *weißgrau* reflectiren, sondern man erblickt sie momentan in ihrer *natürlichen* Gestalt, d. h. jede einzelne Farbe in der größten Deutlichkeit ganz so, wie sie sich, wenn die bemalte Scheibe *nicht* bewegt wird, dem Auge dar-

stellt ¹⁾. Es lag nun sehr nahe zu versuchen, wie sich wohl in dieser Hinsicht das vorhin erwähnte, durch das Aneinanderschlagen *zweier Feuersteine* entstehende Licht zu dem in schnelle Bewegung gesetzten Farbenkreisel verhalte; denn der Analogie nach war anzunehmen, daß wenn auch *hierbei* die rotirende Scheibe momentan in ihrer natürlichen Gestalt sich zeigen würde, dies nur in Folge eines Lichtes *elektrischen* Ursprungs stattfinden könne. Der Versuch hat in der That das bisher nur hypothetisch Angenommene bestätigt. Nicht *einmal*, sondern *gar oft* habe ich diesen, ich muß gestehen, mich jedesmal sehr ergötzenden Versuch in Gegenwart meiner Zuhörer angestellt. Natürlich ist das Licht, welches beim Aneinanderschlagen zweier Quarzstücke entsteht, bei weitem nicht so intensiv, wie der verstärkte Funke einer Leidner Flasche, aber in einem durchaus verdunkelten Zimmer, und *zwar ganz in der Nähe* der rotirenden Scheibe läßt sich dennoch beim Aneinanderschlagen jener Steine *jede einzelne Farbe* der Scheibe momentan ziemlich deutlich erkennen, was, wie gesagt, keineswegs stattfindet, wenn man sich statt des *einen* Steins eines *Feuerstahls* bedient. Zum Gelingen des Versuchs gehört übrigens, daß der eine Feuerstein möglichst groß (etwa 3 bis 4 Quadratzoll) und wenigstens auf der *einen*, und zwar auf der der rotirenden Scheibe unmittelbar zugewandten Seite möglichst glatt oder blank sey, damit das der gewaltsamen Läsion dieser *Fläche* mittelst der scharfen Kante des andern Steins entstehende im Ganzen genommen doch immer nur schwache Licht zugleich reflectirt werde, und so die bemalte Scheibe treffe.

Es steht zu vermuthen, daß (wenigstens wenn man den Versuch in einem etwas *großen* Maafsstabe und mit der gehörigen manuellen Dexterität ausführt) auch dasjenige Licht, welches beim Krystallisiren der glasartigen

1) Ein nicht genug zu empfehlender, höchst interessanter und leicht anzustellender Collegienversuch.

arsenigen Säure, oder noch besser, beim starken Reiben oder Lädiren der neu gebildeten Krystalle dieser Säure sich zeigt, *elektrischer* Natur ist, und daher ganz *dieselben* Erscheinungen darbieten wird, die hier so eben von mir beschrieben worden sind. Auch wäre es jedenfalls interessant, einen Versuch mit jenem aus phosphorsaurem und schwefelsaurem Kalk bestehenden, von Dessaignes.¹⁾ als einem beim Zerbrechen äußerst stark phosphorescirenden Körper empfohlenen Salze anzustellen.

- 2) Einfaches Mittel, die krystallisirte Traubensäure von der Weinsteinsäure auch hinsichtlich ihres thermoelektrischen Verhaltens bestimmt zu unterscheiden.

Beschäftigt mit Untersuchungen über die Thermoelektricität einiger auf dem Wege der *Kunst* dargestellten Krystalle, auf die uns bekanntlich Brewster zuerst aufmerksam gemacht²⁾, konnte mir das auffallende Verhalten der erwärmten krystallisirten Weinsteinsäure zu dem Bohnenberger-Bennet'schen Elektroskope nicht entgehen; denn in der That giebt ein wohlausgebildeter Krystall dieser Säure, indem man ihn mit einer Pincette faßt, an dem einen Ende über einer Spirituslampe schwach erwärmt und in unmittelbare Berührung mit dem Teller des Elektroskops bringt, in einem so hohen Grade die bestimmtesten Zeichen von Elektricität kund, daß das Verhalten dieser Säure bei den Fundamentalversuchen in der Lehre von der Krystallelektricität gewiß mit Vortheil wird benutzt werden können. Nicht selten habe ich selbst ganz kleine Krystall-*Fragmente*, welche kaum die Größe eines Stecknadelknopfs hatten, beim schwachen Erwärmen, oder noch deutlicher bei Abnahme der Temperatur, so stark elektrisch werden sehen, daß mein ziemlich wirksamer Turmalin nicht

1) Schweigger's Jahrb. der Chemie und Phys. 1813, Bd. I S. 110.

2) Ebendaselbst, Bd. XLIII S. 95.

selten diesen Weinstein säure-Krystallfragmenten an Wirksamkeit nachstand. — Im Besitz von ganz reiner, schön krystallisirter Traubensäure, versuchte ich nun auch das Verhalten *dieser* Säure zum Elektroskope, und fand dasselbe dem der Weinstein säure so entschieden *entgegengesetzt*, daß die einfache Prüfung dieser beiden Säuren mittelst des Elektroskops vollkommen genügt, sie von einander zu unterscheiden. Die Traubensäure verhält sich nämlich gegen das zwischen zwei kleinen, höchst wirksamen Zamboni'schen Säulen hängende und mit dem Teller des Elektroskops in unmittelbarer Verbindung stehende Goldblättchen durchaus *indifferent*, welche Kante oder Ecke des Krystalls man auch erwärmt haben mag. Eben so habe ich gefunden, daß die kleinen Krystalle des reinen *Milchzuckers* beim Erwärmen, jedoch in einem bei weitem nicht so auffallenden Grade wie der *Candiszucker*, polarisch werden.

- 3) Auf welchem Wege lassen sich höchst glänzende Lichterscheinungen bei der Vereinigung gewisser Metalle mit Chlor hervorrufen?

Es ist bekannt, daß in erhöhter Temperatur das Chlor zu einigen Metallen eine weit größere Verwandtschaft hat als der Sauerstoff, oder daß der Act der Verbindung des Chlors mit gewissen Metallen mit weit auffallenderen Erscheinungen vergesellschaftet ist als der des Sauerstoffs; so führt unter andern Berzelius in der neuesten Auflage seiner Chemie an, daß wenn man schwammiges Nickel, oder dünne Zinkspäne oder gepulvertes Tellur u. s. w. in einer Glasröhre bis zu einem gewissen Punkte erhitze und sodann einen Strom trocknen Chlorgases darüber leite, diese Metalle unter lebhaftem Erglühen, ja nicht selten unter Funkensprühen sich in Chlorid verwandeln. Von dem gepulverten Antimon ist es ja ebenfalls längst bekannt, daß es, in ei-

nen mit Chlorgas gefüllten Cylinder gestreut, selbst schon bei der *gewöhnlichen Temperatur* der Atmosphäre, unter lebhaftem Funkensprühen mit dem Chlor sich verbindet; und da dasselbe die erwähnte Erscheinung in einem besonders hohen Grade zeigt, das Metall überdies sehr leicht gepülvert werden kann und einem Jeden zu Gebote steht, so bedient man sich seiner vorzugsweise in den Vorlesungen über Chemie, um zu zeigen, daß der Act einer chemischen Verbindung gewöhnlich unter Licht- und Wärmeausscheidung, selbst in einer sauerstofffreien Atmosphäre vor sich geht.

Da nun aus den schönen Versuchen Winkelblech's hervorgeht, daß gewisse Metalle selbst in *compact*er Gestalt, z. B. in Form von Drähten, bei besonderen Vorrichtungen im *Schwefelgase* unter *bedeuten- der Lichtentwicklung* sich mit dem Schwefel zu verbinden vermögen, so versuchte ich, ob es nicht möglich sey, ähnliche Erscheinungen auch mit dem *Chlorgase* hervorzurufen. Ich dachte, wenn es möglich ist, durch ein Stückchen glimmenden Zunders die Verbrennung einer dicken Stahlfeder im *Sauerstoffgase* einzuleiten, so kann vielleicht ein Metall, welches sich schon bei der *gewöhnlichen Temperatur* der Luft im *Chlorgase* entzündet, gerade so wie der Zucker, einen Vermittler abgeben, um die Vereinigung selbst eines zum Chlor, im Ganzen genommen, *weniger* verwandten Metalles einzuleiten. Als einen *ganz vortrefflichen* Vermittler der Art habe ich das *unüchte Blattgold* erkannt, und hiermit Verbindungen *compact*er Metalle mit Chlor unter so überaus glänzenden Lichterscheinungen eingeleitet, daß diese den Verbrennungen des Stahls, des Schwefels, der Kohle u. s. w. im Sauerstoffgase dreist an die Seite gestellt zu werden verdienen, und sich ganz besonders zu Collegienversuchen eignen dürften.

Da fein gepülverte Metalle, sofern sie zu der Klasse der *unedeln* gehören, beim Erhitzen, an der Luft sich

leicht mit einer dünnen Oxydhaut überziehen, so schloß ich, daß die bisher mit zuvor erhitztem gepulverten Zinne, Messing, Eisen, Kupfer u. s. w. im Chlorgase angestellten Verbrennungsversuche nur als höchst unvollkommen zu betrachten seyn dürften, und jedenfalls ganz *andere* Ergebnisse gewonnen werden müßten, wenn man, statt diese Metalle zu jenen Versuchen in *Pulverform* anzuwenden, solche vielmehr in *fester* Gestalt, etwa in Draht- oder Blechform anwenden wollte. In der That, bedient man sich statt der gepulverten Metalle mehr oder weniger feiner, spiralförmig gewundener *Drähte*, die man an dem unteren Ende mit ein wenig *unächtem Blattgolde* locker umgiebt, so sieht man selbst solche Metalle, von denen man bisher kaum glaubte, daß sie im Chlor zum Glühen kommen würden, in's heftigste Glühen gerathen, und *viele* unter dem *schönsten Funkensprühen*, gerade so wie dies bei einer Stahlfeder im Sauerstoffgase der Fall ist, verbrennen, oder richtiger, sich in Chloride verwandeln. Die Metalle, mit denen ich vorerst Versuche in dieser Beziehung angestellt, werde ich der Reihe nach hier anführen. Bemerken will ich nur, daß ich mich zu allen Versuchen Glasflaschen zur Aufnahme des Chlors bediente, die etwa 3 bis 4 Pfund Wasser zu fassen vermochten, und daß ich sie nicht etwa zuvor mit Wasser füllte, und dann Chlor einströmen liefs, sondern das aus Braunstein, Kochsalz und Schwefelsäure entwickelte Gas, durch Chlorcalcium getrocknet, unmittelbar in die leeren Flaschen eintreten liefs, und sobald sich das Gas am Halse der Flaschen durch seine charakteristische Farbe zu erkennen gab, dieselben mit geölten Korken wohl verstopfte und so zu den Versuchen aufbewahrte.

Ein ziemlich starker (etwa $\frac{1}{4}$ Linie dicker) spiralförmig gewundener Draht von *Neusilber* (Argentan), an dem unteren Ende etwa einen Zoll hoch mit unächtem Blattgolde (unächtes *Blattsilber* fand ich *nicht* geeignet)

locker umwunden, geräth, sobald man die ganze Vorrichtung bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre in ein mit trockenem Chlor gefülltes Glas einsenkt, augenblicklich in's Glühen, das Blattgold entzündet sich zuerst, wärmt dadurch das untere Ende des Neusilberdrahtes und leitet auf diese Weise die Verbindung des Chlors mit diesem Metalle ein, der Draht geräth in's Weifsglühen, das gebildete, im glühenden Flufs befindliche Chlormetall tropft ab und zerspringt dann, indem es den Boden der Flasche erreicht, unter dem schönsten Lichtglanze. Eine Erscheinung, die aufser dem Neusilber keinem anderen Metalle oder einer Metall-Legirung in einem so ausgezeichneten Grade zukommt. Ganz feiner *Kupferdraht*, eben so vorgerichtet, kommt nur in's Glühen, und verbrennt *ohne* Funkensprühen zu Kupferchlorid. Eine gewöhnliche, zuvor ausgeglühte und dann spiralförmig gewundene Stahlfeder verbrennt, meist ohne Funkenwerfen, ihrer ganzen Länge nach, indem sie gleichzeitig eine *ungeheure Menge* bräunlichbrother Dämpfe, die wohl nichts anderes als wasserfreies Eisenchlorid seyn dürften, ausstößt. Wendet man aber zu dem Versuche eine möglichst dünne und schmale Feder, etwa eine feine Spiralfeder, an, so findet eine überaus glänzende, grösstentheils mit Funkenwerfen begleitete Lichterscheinung statt, ganz ähnlich der, die man bei der Verbrennung des Stahls in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas wahrnimmt. Spiralförmig gewundener *Messingdraht* verbrennt unter dem *allerlebhaftesten Funkensprühen* bis auf's letzte Stückchen. Drähte von *Cadmium*, von *Zinn*, *Zink*, *Blei*, *Nickel*, *Rose's leichtflüssigem Metall*, *Silber*, *Gold*, *Platin* und *Palladium* verhalten sich *indifferent*. Dagegen geräth ein Stück eines, selbst $\frac{1}{4}$ Linie dicken *Antimondrahts*, mit unächtem Blattgold vorgerichtet, fast augenblicklich seiner ganzen Länge nach, unter Ausstossung eines weissen Dampfes, in's Glühen, die gebildete glühende Chlorverbindung tropft hierbei

fortwährend ab, und erzeugt, indem sie auf dem Boden des Gefäßes zerspringt, ein sehr intensives *weißes Licht*; diesem ganz ähnlich verhält sich ein *Wismuthdraht*. *Blattzinn* (Stanniol) läßt sich nur dann vollständig unter Lichtausscheidung auf diese Weise mit Chlor verbinden, wenn man einen locker zusammengedrehten Streifen seiner *ganzen Länge nach* mit unächtem Blattgolde belegt. — Eine auffallende Erscheinung bemerkte ich bisweilen am Platinblech, wenn ich solches in ein mit Chlor gefülltes Glas, worin bereits *kurz vorher* eine Stahlfeder gebrannt hatte, einsenkte; der Platinstreif zeigte nämlich beim Hervorziehen aus dem Glase nicht selten auf seiner ganzen Oberfläche eine fast *carmoisinrothe* Farbe, die ziemlich fest adhärirte. — Ein ganz schmaler, spiralförmig gewundener Streifen gewöhnlich verzinnnten *Eisenblechs* verhielt sich ähnlich der Stahlfeder, nur bemerkte ich aufer dem in großer Menge hervorbrechenden braunrothen Dampfe, besonders im *Anfange*, meist noch eine grünlichweiße *Flamme*.

Schließlich wünsche ich nichts mehr, als dafs diese höchst interessanten Versuche, die übrigens noch einer mannigfachen Variation fähig sind, auch noch auf *andere* Metalldrähte weiter ausgedehnt werden möchten.

VI. Ueber die Verbindungen des Jodzinks mit den alkalischen Jodüren;

von C. Rammelsberg.

J o d z i n k.

Gay-Lussac fand, daß sich Jod und Zink auch bei Gegenwart von Wasser leicht mit einander verbinden, und daß, wenn man einen Ueberschuß des Metalls anwendet, die Flüssigkeit zuletzt ganz farblos erscheint. Sind die Quantitäten beider Stoffe nicht ganz unbedeutend, so entsteht bei ihrer Verbindung eine mehr oder weniger ansehnliche Temperaturerhöhung. Unter den Eigenschaften des Jodzinks, welche vielleicht bisher noch nicht beobachtet wurden, möchte anzuführen seyn, daß es bei sehr langsamem Verdunsten der Auflösung, was am besten unter einer Glocke über Schwefelsäure geschieht, in sehr gut ausgebildeten glänzenden Krystallen anschießt, welche dem regulären System angehören, und in der Regel Combinationen des Octaëders und des Würfels, die Flächen des letzteren untergeordnet, darstellen, aber an der Luft fast augenblicklich zerfließen. Wenn man eine sehr concentrirte Auflösung des Salzes mit Wasser verdünnt, so scheidet sich nur etwas Zinkoxydhydrat als eine gelatinöse Masse aus, welche im wohl ausgewaschenen Zustande kein Jod enthält. Auch bemerkt man bei der angeführten Darstellung des Jodzinks stets die Bildung einer gewissen Menge des Oxyds, wodurch also eine entsprechende Quantität Jodwasserstoffsäure frei geworden seyn muß.

Um mich zu überzeugen, ob die zuvor erwähnten Krystalle Wasser enthalten, übergoss ich 2,2 Grm. derselben in einem Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure, welche das Salz unter Bildung von schwefliger

Säure und Abscheidung von Jod mit Heftigkeit zersetzt, erwärmte so lange als noch Jod sich verflüchtigte, und vertrieb dann die überschüssige Schwefelsäure, zuletzt bei sehr schwacher Glühhitze. Das so erhaltene schwefelsaure Zinkoxyd betrug 1,115 Grm., welche 0,44763 Zink enthalten.

Daraus ergeben sich in 100 Theilen:

	nach dem Versuche	nach der Rechnung.
Zink	20,347	20,34 = 1 At.
Jod		79,66 = 2 -
		<hr/> 100.

Das krystallisirte Salz ist mithin wasserfrei.

Der Hauptzweck dieses Aufsatzes ist, zu zeigen, daß sich das Jodzink mit den Jodüren der Alkalien und alkalischen Erden verbinden kann, und in dieser Beziehung also sich dem Jodblei, Jodsilber, Jodquecksilber und Jodzinn analog verhält. Man erhält diese Doppelsalze ganz einfach durch Vermischen der Auflösungen beider einfachen Jodüre, und Abdampfen, am besten bei gewöhnlicher Temperatur über Schwefelsäure. Auf diese Art stellte ich die Verbindungen mit den Jodüren von Kalium, Natrium, Ammonium, Baryum, Calcium, Magnesium dar. Sie krystallisiren sämmtlich, zerfließen aber an der Luft so schnell, daß es nicht wohl möglich ist, die Form der Krystalle genauer zu bestimmen. Sie bewirken in den Auflösungen der Quecksilber-, Blei- und Silbersalze dieselben Fällungen, wie die alkalischen Jodüre an und für sich. Ich habe die Zusammensetzung der Kalium-, Natrium-, Ammonium- und Baryumverbindung zu bestimmen gesucht.

Jodzinkkalium.

I. 3,165 Grm. zwischen Papier möglichst getrocknet, wurden in Wasser aufgelöst, das Zink durch Ammoniumsulfhydrat gefällt, das Schwefelzink in Chlorwas-

serstoffsäure aufgelöst, mit kohlensaurem Kali gefällt, und 0,574 geglühtes Zinkoxyd, entsprechend 0,4599 Zink, erhalten. Die Flüssigkeit wurde verdampft und der Rückstand mit Schwefelsäure behandelt; er gab 0,582 schwefelsaures Kali, worin 0,261326 Kalium enthalten sind.

II. 2,217 Grm., über Schwefelsäure getrocknet, wurden wie zuvor untersucht, aufser dafs das Schwefelzink in schwefelsaures Zinkoxyd verwandelt wurde. Es ergaben sich 0,665 desselben, = 0,26697 Zink, und 0,482 schwefelsaures Kali, = 0,216429 Kalium.

III. 1,724 Grm., von einer anderen Bereitung herührend, ebenfalls über Schwefelsäure getrocknet, wurden aufgelöst und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt. Das geschmolzene Jodsilber wog nach dem Schmelzen 2,565, entsprechend 1,3817 Jod. Aufserdem wurden 0,527 schwefelsaures Zinkoxyd, = 0,21157 Zink, und 0,336 schwefelsaures Kali, = 0,150872 Kalium erhalten.

Diese drei Analysen, so wie die danach ausgeführte Rechnung, geben für 100 Th. des Salzes:

	I.	II.	III.	
Kalium	8,256	9,762	8,751	8,118 = 1 At.
Zink	14,531	12,042	12,272	13,363 = 2 -
Jod			80,146	78,519 = 6 -
			101,169	100.

Das Jodzinkkalium ist also, abgesehen von einer geringen Einnengung von Jodkalium, $KJ + 2ZnJ$.

Jodzinknatrium.

2,108 Grm., welche zuvor über Schwefelsäure getrocknet worden, lieferten 2,929 Jodsilber, = 1,57778 Jod; 0,494 schwefelsaures Zinkoxyd, = 0,19832 Zink, und 0,449 schwefelsaures Natron, = 0,1464 Natrium.

Hienach enthalten 100 Th. des Salzes:

		Rechnung.
Natrium	6,954	6,942 = 1 At.
Zink	9,408	9,622 = 1 -
Jod	74,847	75,383 = 4 -
Wasser		8,053 = 3 -
		<hr/> 100.

Danach ist das Salz $\text{NaJ} + \text{ZnJ} + \text{H}^3$. Es verwittert bei längerem Liegen über Schwefelsäure.

Jodzinkammonium.

1,032 Grm. gaben 1,545 Jodsilber, = 0,83225 Jod, und ferner durch Abdampfen der durch Chlorwasserstoffsäure vom Silberüberschuß befreiten Flüssigkeit mit Zusatz von Schwefelsäure 0,264 schwefelsaures Zinkoxyd, = 0,105986 Zink, woraus sich für 100 Th. des Salzes ergibt:

		Rechnung.
Zink	10,269	10,642 = 1 At.
Jod	80,644	83,369 = 4 -
Ammonium		5,989 = 1 -
		<hr/> 100.

Allerdings liefert die Analyse mehr Ammonium; allein das untersuchte Salz war nicht ganz trocken, denn die gefundenen Mengen von Zink und Jod geben unter sich genau das richtige Verhältniß, wie die Proportion $10,269 : 10,642 = 30,644 : 83,563$ zeigt. Das Jodzinkammonium ist also $\text{NH}^4\text{J} + \text{ZnJ}$.

Jodzinkbaryum.

1,687 Grm. des Salzes, welches als eine krystallinische Masse angeschossen und über Schwefelsäure getrocknet war, wurde in Wasser aufgelöst, wobei sich ziemlich viel Zinkoxyd abschied. Die mit Chlorwasserstoffsäure bis zur Wiederauflösung desselben versetzte

Flüssigkeit gab durch Fällung mit Schwefelsäure 0,336 schwefelsauren Baryt, $=0,19747$ Baryum; und ferner 0,538 schwefelsaures Zinkoxyd, $=0,21598$ Zink, oder in 100 Theilen:

		Rechnung.	
Baryum	11,706	13,385	$=1$ At.
Zink	12,803	12,597	$=2$ -
Jod		74,018	$=6$ -
		100.	

Dieses Salz, dem in der untersuchten Probe etwas Jodzink beigemischt war, läßt sich also mit $\text{BaJ} + 2\text{ZnJ}$ bezeichnen.

VII. *Untersuchung eines Olivins aus der Ameralik-Fiorde in Grönland; von C. T. Lappe zu Neudictendorf bei Erfurt.*

Nicht uninteressant ist das Vorkommen des Olivins in der Ameralik-Fiorde und Kapiselik, im District Godthaab in Grönland.

Der Olivin kommt dort nicht, wie gewöhnlich, mit Augit oder augitischen Felsarten vor, wenigstens habe ich unter den Mineralien, die ich von dort erhielt, weder Basalt noch eine andere, Augit enthaltende Felsart bemerkt; dagegen erhielt ich ihn aus Kapiselik als kleine Körner von rothbrauner Farbe eingesprengt in derben Massen Magneteisenerzes mit Strahlstein, und aus der Ameralik-Fiorde als körnige Masse von unrein licht olivengrüner Farbe (gewöhnlich auf den Ablösungen der Körner etwas verwittert), verwachsen mit grünlichem, großblättrigem Glimmer, licht grünlichgrauem, schmalstrahligem Strahlstein und Bitterkalkspath.

Dieses Vorkommen des Olivins veranlaßte mich, eine

chemische Untersuchung desselben vorzunehmen, um dadurch zu erfahren, ob derselbe seiner Zusammensetzung nach vollkommen mit dem von Augit und augitischen Felsarten begleiteten übereinstimme. Das Ergebniss dieser Untersuchung, wozu ich den Olivin aus der Ameralik-Fiorde wählte, war Folgendes:

Vor dem Löthrohr verhielt er sich: Für sich in der Platinzange ist er unschmelzbar, wird nur etwas bräunlich, behält aber seine Durchsichtigkeit. Mit Phosphorsalz auf Kohle giebt er eine, durch Eisen gefärbte, beim Erkalten undurchsichtig werdende Perlé. Mit Soda auf Kohle sintert er zu einem Schmelz zusammen, welcher in der inneren Flamme schmutzig dunkelgrün, in der äusseren Flamme bräunlich wird.

Als Pulver mit Salzsäure übergossen, wird er schon in der Kälte ziemlich leicht zersetzt, indem sich Kieselerde als Flocken ausscheidet, und bildet auch beim Abdampfen oder Erhitzen mit nicht zu grosser Menge Salzsäure eine Gallerte.

Bei der quantitativen Analyse verfuhr ich, nachdem ich qualitativ die Bestandtheile des Olivins bestimmt hatte, folgendermassen: Eine hinreichende Menge möglichst rein, besonders von Bitterkalkspath, ausgelesener Stückchen wurden zu feinem Pulver gerieben, in einem Platintiegel bei $+50^{\circ}$ bis 60° R. getrocknet, dann gewogen, und mit Salzsäure in einem Becherglas übergossen, mehrere Tage kalt digerirt. Die von dem hierbei unlöslich Bleibenden, durch ein Filtrum geschiedene Lösung enthielt, mit Ausnahme der Kieselerde, alle übrigen Bestandtheile des Olivins; das unlöslich Gebliebene bestand aus der Kieselerde des Olivins, gemengt mit etwas Strahlstein und Glimmer, welche, besonders erstere, kaum mechanisch vollkommen vom Olivin zu trennen sind. Dieses in Salzsäure unlöslich Gebliebene wurde noch feucht vom Filtrum in eine Porcellanschale gebracht, das Filtrum mit dem wenigen noch daran hängen Gebliebe-

nen getrocknet, verbrannt und der feuchten Kieselerde zugefügt, dann das Ganze mit einem großen Ueberschuss einer Auflösung von kohlensaurem Natron gekocht, wodurch die Kieselerde gelöst wurde, während Strahlstein und Glimmer ungelöst blieben, die dann von der Flüssigkeit getrennt, ausgeseift, und deren Gewicht von der angewandten Menge Mineralpulvers abgezogen wurde. Aus der Lösung in kohlensaurem Natron wurde dann die Kieselerde, und aus der Lösung in Salzsäure die übrigen Bestandtheile des Olivins auf die Weise geschieden, wie es in Hrn. Prof. H. Rose's Handbuch der analytischen Chemie angegeben ist. Auf diese Weise erhielt ich als Mittel aus drei Analysen auf Procente berechnet:

Kieselerde	40,001
Eisenoxydul	16,213
Thonerde	0,060
Nickeloxyd	} 0,549
Manganoxydul	
Spuren Kupferoxyd	
Talkerde	43,089
	<hr/> 99,912.

Hinsichtlich seines Löthrohrverhaltens und seines Verhaltens gegen Säuren, so wie auch hinsichtlich seiner Zusammensetzung, unterscheidet sich demnach dieser Olivin in Nichts von den unter anderen Verhältnissen vorkommenden; denn wenn er auch eine grössere Menge Eisenoxydul enthält, als man in Olivinen gewöhnlich wahrgenommen hat, so kann dieß doch keinen mineralogischen Unterschied bedingen, da Eisenoxydul hier nur als isomorpher Bestandtheil einen Theil der Magnesia ersetzt.

VIII. *Bemerkungen über das Mineralwasser von Franzensbrunnen bei Eger.*

Die Mineralquellen von Franzensbad bei Eger durchdringen, ehe sie zu Tage kommen, eine Schicht Torf, welche von großer Ausdehnung ist. Dieser Torf ist an manchen Stellen reich an Schwefelkies, der innig mit demselben gemengt ist, und offenbar durch den Einfluß der organischen Substanz des Torfes auf das Mineralwasser, das schwefelsaure Salze und kohlen saures Eisenoxydul enthält, entstanden ist. Gar nicht selten findet man nicht unbeträchtliche Massen von diesem Schwefelkies als Incrustate der Wurzeln, Stengel und anderer Theile der Pflanzen, die in dem Torfe enthalten sind, und aus denen er zum Theil besteht. Die organische Substanz ist in diesem Schwefelkiese ganz zerstört; derselbe ist aber ganz zusammenhängend, und von gelber Farbe; auch kann man ihn lange aufbewahren, wenn man ihn nach der Herausnahme aus dem Torfe trocknet; feucht aufbewahrt vitriolisirt er. Selten vielleicht findet man einen Schwefelkies, dessen Structur so lehrreich für die Entstehung desselben ist.

Da indessen der Gehalt des schwefelsauren Natrons im Mineralwasser von Franzensbad sehr überwiegend gegen den des kohlen sauren Eisenoxyduls ist, so wird, außer Schwefelkies, durch die organische Substanz des Torfes auch Schwefelnatrium und durch den Kalkerdegehalt des Wassers wohl auch Schwefelcalcium durch das Mineralwasser erzeugt, und wenn diese gebildeten Schwefelverbindungen mit neuem Mineralwasser, das an freier Kohlensäure reich ist, in Berührung kommen, so muß aus demselben eine Spur von Schwefelwasserstoffgas entwickelt werden, das sich im Mineralwasser auflöst.

Dies

Diefs ist der Grund, weshalb das Mineralwasser von Franzensbad bei Eger bisweilen schwache Spuren von Schwefelwasserstoff enthält, die man schon durch den Geruch, besser noch durch die schwache Bräunung eines mit essigsaurer Bleioxydauflösung getränkten Papiers entdecken kann, das man in einem Krüge des Mineralwassers aufhängt, nachdem man einen Theil desselben ausgegossen hat. Ein solches Mineralwasser ist übrigens frei von organischer Materie, die auch nicht in den Analysen jenes Mineralwassers von Berzelius und von Tromsdorf angegeben wird. Das Mineralwasser nimmt also nichts Auflösliches aus dem Torfe auf.

Der Gehalt des Egerwassers an Schwefelwasserstoff ist bald mehr oder weniger bedeutend, und sehr oft kann man keine Spur darin entdecken. Es hängt diels davon ab, ob das kohlensäurehaltige Wasser längere oder kürzere Zeit, oder gar nicht mit den gebildeten Schwefelverbindungen in Berührung kommt. Aber immer ist die Menge des Schwefelwasserstoffs darin so gering, daß man dasselbe nicht durch den Geruch an der Quelle selbst spüren kann, sondern nur beim Oeffnen der versandten Krüge. Nur an dem Orte, wo das Mineralwasser, mit dem Torfschlamm gemengt, zum Baden angewandt wird, giebt sich der Schwefelwasserstoff im entweichenden Kohlensäuregas durch eine sehr schwache Bräunung der Thüren und Fensterrahmen im Badehause zu erkennen, welche mit Bleiweißfarbe angestrichen sind.

Der Gehalt an Schwefelwasserstoff im Mineralwasser von Eger erklärt sich auf eine so ungezwungene natürliche Weise, daß wohl Niemand sie der Füllung des Wassers in Krüge zuschreiben wird, welche auf eine so zweckmäßige, umsichtige und gewissenhafte Weise durch Hrn. Hecht (dem Pächter der Mineralquellen von Franzensbrunnen) geschieht, daß seine Methode gewifs nichts zu wünschen übrig läßt.

H. Rose.

Berichtigungen.

Zum Aufsatz von Munck af Rosenschöld.

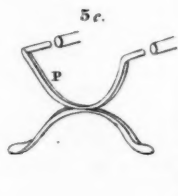
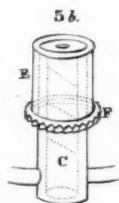
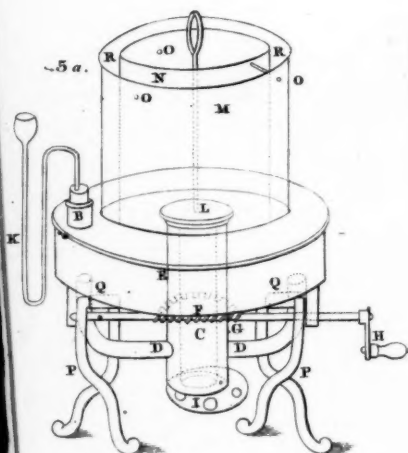
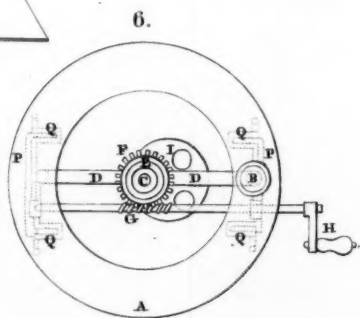
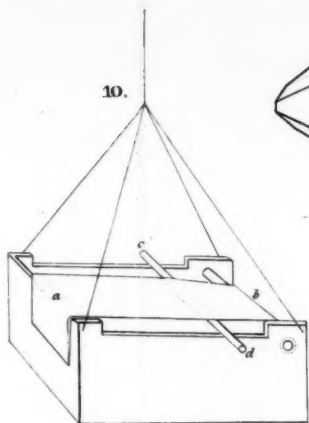
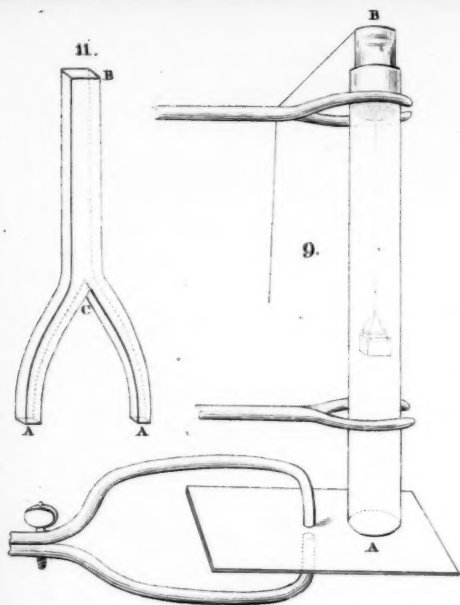
Seite 195 Zeile 7 von oben statt ebenen lies oberen

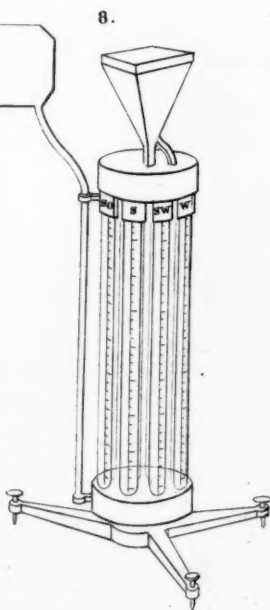
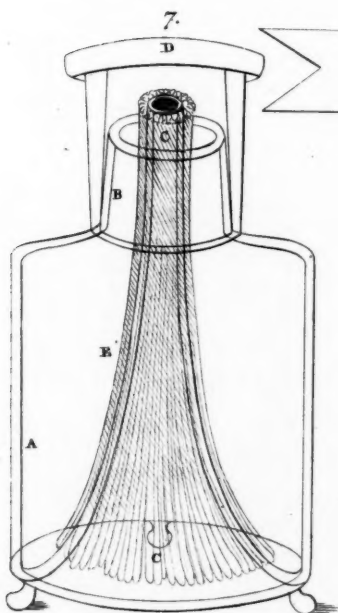
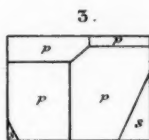
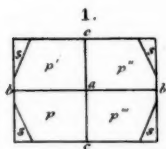
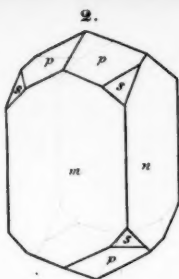
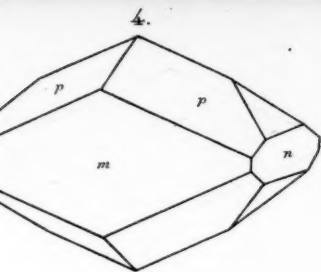
- 200 Z. 8 v. o. st. Platten l. Plattenpaar
- 209 Z. 11 v. o. st. Leiten l. Zeichen
- 210 Z. 21 v. o. st. nun l. nur
- 213 Z. 2, 3 u. 4 v. u. st. ω (womit später der *Uebergangswiderstand* bezeichnet wird) l. ω (was, nach Ohm's Vorgang, immer den *Querschnitt des Leiters* bezeichnet.)
- 219 Z. 3 v. u. st. Leitung l. Ladung
- 219 Z. 2 v. u. st. Conductor l. Condensator
- 225 Z. 4 v. o. st. aber l. oder
- 441 Z. 4 v. u. st. Volta'schen l. Voltaisten
- 455 Z. 6 v. o. st. aber l. daher
- 463 Z. 9 v. o. st. war der l. wurden
- 465 Z. 3 v. u. st. Wassergas l. Wasserstoffgas
- 480 Z. 7 v. u. st. x l. x'
- 484 Z. 7 v. u. st. ω l. ω
- 485 Z. 6 v. u. st. ω l. ω .

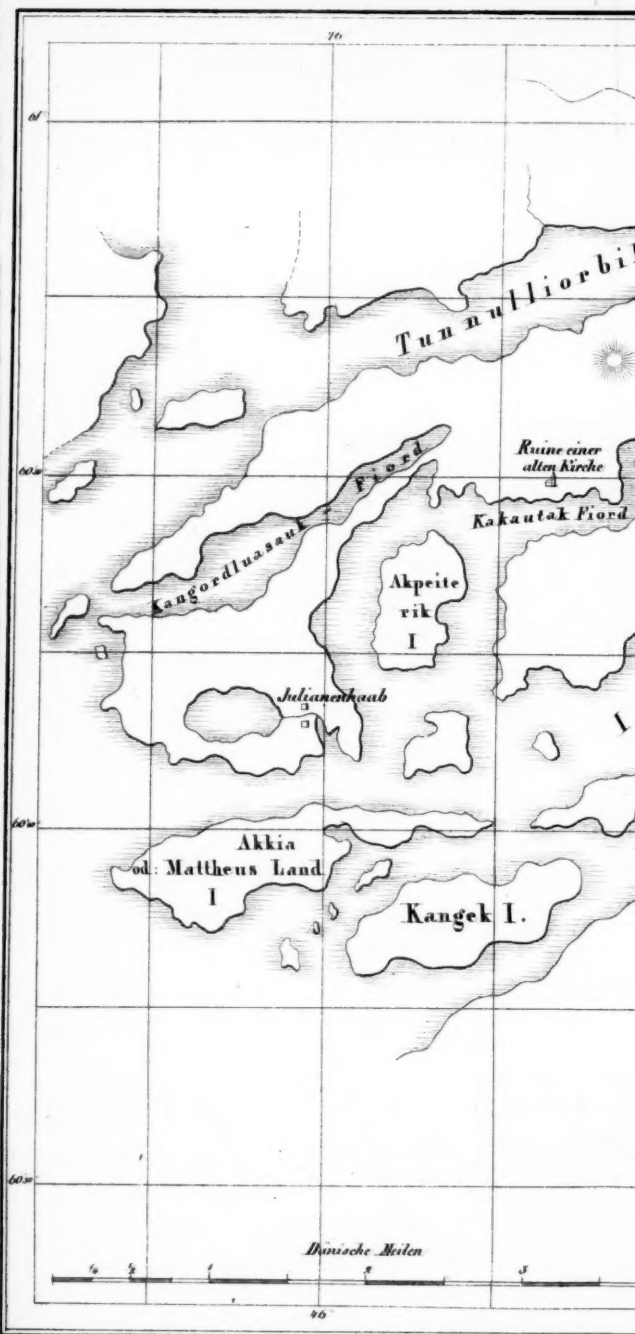
Zum Aufsatz von Naumann.

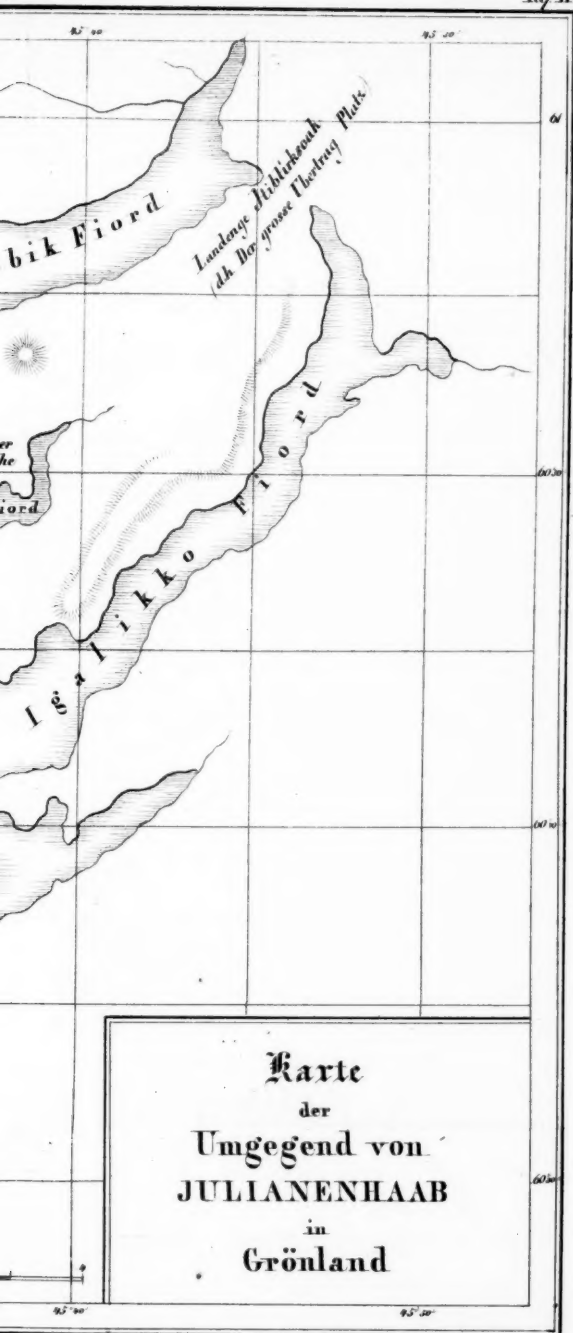
Seite 245 in der Formel (2) st. $\frac{y}{aaa'}$ l. $\frac{x}{aaa'}$

- 245 Z. 11 v. u. st. Zonen l. Zone
- 247 in der vierten Formel st. $\frac{c''}{z}$ l. $\frac{z}{c''}$
- 247 Z. 11 v. u. st. Zone l. Zonen
- 247 im dritten Gliede der 6ten Formel st. b' l. b
- 247 Z. 3 v. u. st. dem . . . Axensysteme l. den . . . Axensystemen.

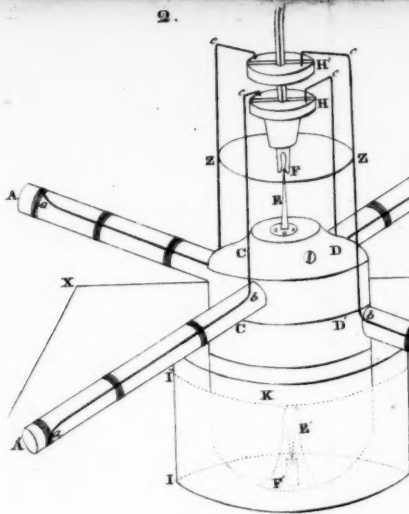




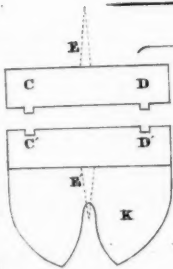
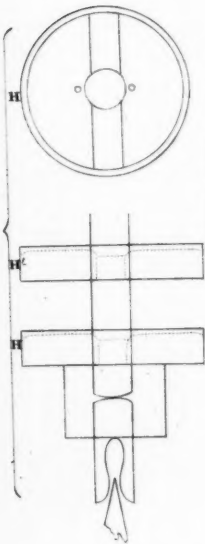




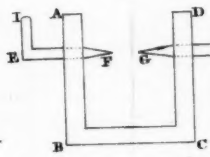
2.



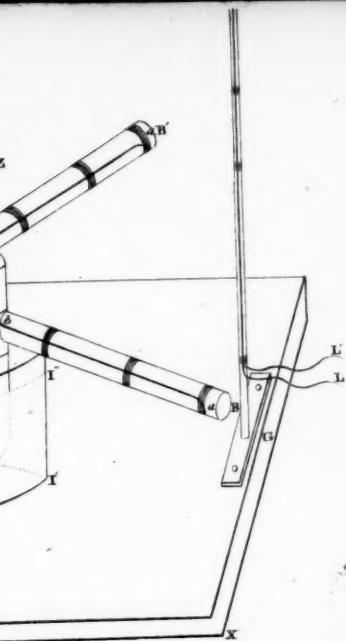
4.



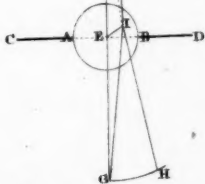
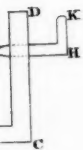
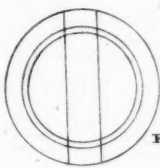
5.



Ann. d.



3.



Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 43. St. 2.

C. Oudmand sc.

